

Behandeling van onderbeenfracturen met
de fixateur externe van Hoffmann

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van
doctor in de geneeskunde aan de
Erasmus Universiteit te Rotterdam, op
gezag van de Rector Magnificus
Prof. Dr. P.W. Klein en volgens besluit
van het college van decanen.
De openbare verdediging zal plaatsvinden
op woensdag 18 juni 1975, des namiddags
te 15.00 uur.

door

F. Magis

geboren te Helmond

1975

Promotor : Prof. Dr. H. Muller.

Co-promotor : Prof. Dr. B. van Linge.

Co-referenten : Dr. H. Bender.
Dr. W. van der Slikke.

*Voor Monique,
Anne Marie en
Noortje.*

Inhoud

Hoofdstuk 1.	Inleiding en vraagstelling.	9
Hoofdstuk 2.	Literatuuroverzicht.	11
Hoofdstuk 3.	De behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe van Hoffmann.	19
Hoofdstuk 4.	De patiënten.	31
Hoofdstuk 5.	Gegevens over de behandeling.	35
Hoofdstuk 6.	Statistisch onderzoek.	55
Hoofdstuk 7.	Anatomisch resultaat, functioneel resultaat, eindresultaat.	77
Hoofdstuk 8.	Nabeschouwing.	87
Hoofdstuk 9.	Samenvatting en conclusies.	125
	Summary and conclusions.	127
	Geraadpleegde literatuur.	129
	Bijlage.	137

Voorwoord

Bij het schrijven van dit proefschrift heb ik veel steun ondervonden van de leiding en hulp van mijn promotor professor dr. H. Muller en mijn co-promotor professor dr. B. van Linge. Ook dr. H. Bender heeft het werk steeds met grote interesse gevolgd. Zijn waardevolle adviezen waren van grote betekenis voor het tot stand komen van dit proefschrift.

Dr. W. van der Slikke heeft het manuscript van kritische kanttekeningen voorzien en daarmee een belangrijke bijdrage geleverd.

Het onderzoek, waarvan in dit proefschrift verslag wordt gedaan, werd verricht in het St. Lambertusziekenhuis te Helmond. De chirurgen dr. H. Wehberg en dr. F. Oey, de orthopaedische chirurgen J. van de Ven en C. Lorié, alsmede de artsen Th. Burbach en S. Kusuma, assistenten op de heilkundige afdeling ten tijde van het onderzoek, hebben mij op vele manieren daadwerkelijk geholpen.

Drs. L. Dijkstra, wetenschappelijk medewerker aan de onderafdeling voor wijsbegeerte en maatschappijwetenschappen van de Technische Hogeschool te Eindhoven, heeft de statistische bewerking van het materiaal verricht en heeft zich veel moeite getroost om mijn inzicht in de betekenis en de waarde van de statistische analyse te vergroten.

Mejuffrouw D. van Kessel, secretaresse van de orthopaedische afdeling, heeft met niet aflatende ijver steeds orde op zaken weten te stellen betreffende het onderzoek en het manuscript.

Mevrouw C. Holthuis de Nijs en de heren W. Robinson en J. Hegeman hebben de illustraties verzorgd.

Het bestuur en de directie van het St. Lambertusziekenhuis hebben mij alle mogelijke medewerking verleend.

Hun allen ben ik grote dank verschuldigd.

Hoofdstuk 1. Inleiding en vraagstelling.

Volgens de centrale medische registratie bedraagt het aantal onderbeenfracturen in Nederland per jaar ongeveer 5.000.

Onze chirurgische klinieken — die elk een deel van deze fracturen moeten verwerken — staan voor de taak, deze patiënten, zo spoedig mogelijk, genezen in hun leef- en werkmilieu terug te brengen.

Om dat te bereiken moet voor iedere patiënt een behandelingsmethode gekozen worden met het laagste risico en het grootste rendement.

'We have still a long way to go before the best method of treating a fracture of the shaft of the tibia can be stated with finality' (Charnley 1968).

Deze uitspraak wijst erop, dat de resultaten nog vatbaar zijn voor verbetering, terwijl zij tevens de bijzondere plaats benadrukt welke de tibia-schachtfractuur onder de overige schachtfracturen inneemt.

De behandeling van de onderbeenfractuur is de laatste jaren meer en meer gebaseerd op de gezonde idee dat de extremiteit in zijn totaliteit beschouwd moet worden.

Interne fixatie heeft niet onder alle omstandigheden de resultaten gegeven die men er van verwachtte. Complicaties zoals infecties in de fractuurzone, pseudoarthrosen, al of niet gecombineerd met een infectie en verlies van botsubstantie, kunnen leiden tot blijvende invaliditeit met vèrstrekkende sociale consequenties voor de patiënt (Mittelmeier 1970, Nielsen 1969).

Een streven naar beperking van deze complicaties heeft er toe geleid dat de fixateur externe van Hoffmann voor de behandeling van onderbeenfracturen in 1969 in het St. Lambertusziekenhuis te Helmond werd ingevoerd. Op de patiënten, na september 1969 in ons ziekenhuis opgenomen, hebben wij een nader te omschrijven behandelings-schema toegepast. In de overgangsperiode zijn nog verscheidene behandelings-methoden naast elkaar voorgekomen.

Het behandelingsschema is in de eerste plaats gericht op het voorkomen van infectieuze complicaties.

Twee principes staan daarbij voorop:

1. Bij opname van de patiënt wordt gestreefd naar een definitieve behandeling zowel van de fractuur als van de letsels der weke delen.
2. Nimmer wordt in de fractuurzone osteosynthesemateriaal aangebracht.

Om de waarde van deze behandelingsmethode te kunnen beoordelen zijn na vier jaar consequente toepassing van deze principes de resultaten onderworpen aan een onderzoek dat de vraag moet beantwoorden naar de doelmatigheid van de gevolgde methode ten aanzien van:

1. het voorkomen van infectieuze complicaties,
2. de consolidatie van de fractuur,
3. het eindresultaat.

De waarde van een positief resultaat wat betreft de infectieuze complicaties, krijgt meer betekenis wanneer het functionele resultaat eveneens aanvaardbaar is. Vandaar dat een gedeelte van het na-onderzoek zich bezighoudt met het eindresultaat.

De mate van stabiliteit die de fixateur externe de fractuur verschaft, is in dit onderzoek niet proefondervindelijk getest. De oefen- en belastingsstabiliteit alsmede de aard van de consolidatie en de consolidatieduur geven informatie over de stabiliteit van de fixatie die werd toegepast.

De relaties tussen de diverse aspecten van de fractuur, de behandelingsmethode en de consolidatieduur zijn statistisch onderzocht.

Het spreekt vanzelf dat de specifieke complicaties van de behandeling met de fixateur externe van Hoffmann eveneens in dit onderzoek aan de orde zijn.

Hoofdstuk 2. Literatuuroverzicht.

1. Oorsprong en ontwikkeling van de fixateur externe.
2. De invloed van Lambotte op de toepassing van de fixateur externe.
3. Gegevens van na-onderzoeken betreffende de behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe.

1. Oorsprong en ontwikkeling van de fixateur externe.

J. F. Malgaigne beschreef in 1847 in zijn 'Traité des fractures' een fractuur-immobilisatie die men externe fractuurfixatie zou kunnen noemen. Het onderbeen lag daarbij in een achterspalk en via een boog die op deze spalk was gemonteerd, kon een tibiafragment aangeprikt en op de spalk gedrukt worden. In 1870 fixeerte Rigaud een olecranonfractuur door in beide fractuurfragmenten een schroef te boren en de beide schroeven uitwendig met een ijzerdraad te verbinden.

Bonnet verbeterde omstreeks 1900 deze methode door de beide schroeven uitwendig te verbinden met een plaatje. Volgens Lambotte (1907) heeft Bérenger - Féraud deze techniek van Bonnet voor het eerst op schachtfracturen toegepast. De eerste fixateur van Lambotte (1902) vertoonde dan ook gelijkenis met de fixateur van Rigaud en Bérenger - Féraud. Clayton Parkhill had in 1898 eveneens een fixateur externe ontwikkeld, die voor schachtfracturen en voor de behandeling van pseudoarthrosen geschikt was.

De definitieve fixateur van Lambotte is ontworpen in 1902. Deze fixateur heeft Lambotte meer dan veertig jaar in zijn praktijk gebruikt. Dat de weg van de fixateur van Lambotte tot de fixateur van Hoffmann lang is geweest ziet men, als men de diverse fixateurs in chronologische volgorde bekijkt.

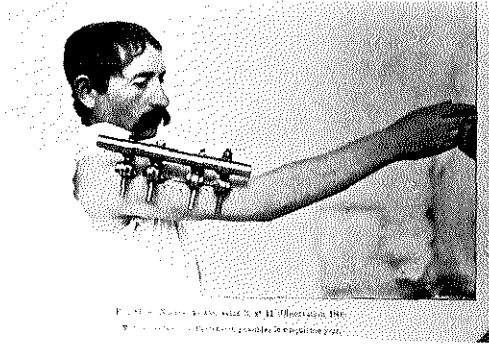
Onderstaand overzicht van de kenmerken van de verschillende fixateurs externes werd ontleend aan 'La fixation externe des fractures' (Burny en de Blois, 1965).

Twee vormen van externe fixatie van onderbeenfracturen kan men onderscheiden.

De eerste vorm

Schroeven worden in de tibia geboord, maar perforeren de extremiteit niet. De schroeven worden aan één zijde van de extremiteit onderling verbonden (unilaterale fixatie, of antero-mediale fixatie).

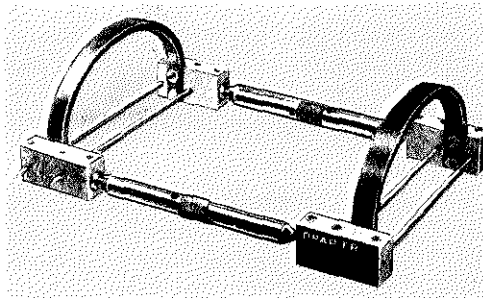
De fixateur van Lambotte kan als prototype van deze vorm van fixatie worden beschouwd. (zie afbeelding 1).



Afb. 1. Fixateur externe van Lambotte

- | | |
|----------------|---|
| 1902 Lambotte | De schroeven worden, in één vlak gelegen, in de tibia geboord. Het aantal schroeven kan variëren. De schroeven worden via verbindingsstukken aan een holle buis bevestigd (tuteur externe). |
| 1913 Juvara | Om de schroeven goed te plaatsen wordt een geleidingsmechanisme toegepast. |
| 1917 Chalié | De schroeven aan één zijde van de fractuur worden eerst onderling verbonden, vóór de verbinding met de schroeven aan de andere zijde van de fractuur tot stand komt. |
| 1931 Boever | Verbetering van de fixateur van Lambotte. Niet-oxydeerbare metalen worden toegepast. |
| 1932 Judet, H. | Het mechanisme om de schroeven te geleiden is tevens 'tuteur externe'. |
| 1933 Joly | De 'tuteur externe' wordt in tweeën gedeeld en bevat in het midden een kogelgewricht. |
| 1934 Anderson | De schroeven aan één zijde van de fractuur worden gebruikt om een manuele repositie van de fractuur te bewerkstelligen. Gesloten repositie wordt aanbevolen. |
| 1938 Hoffmann | De schroefgroepen aan één zijde van de fractuur worden elk via een kogelgewricht aan de 'tuteur externe' verbonden. |

De tweede vorm De schroeven perforeren de extremiteit en worden aan twee zijden van de extremiteit onderling verbonden (zie afbeelding 2). (Bilaterale of trans-fixatie).



afb. 2. Fixateur externe van Guendet

1904 Codivilla	De schroeven worden in een frontaal vlak door de tibia en de extremititeit geboord. Een gipsverband verbindt de schroeven onderling.
1910 Lambret	Het gips wordt vervangen door twee verbindingsslangen.
1933 Guendet	De methode wordt verbeterd door de schroeven of Kirschnerdraden in een gesloten frame te vatten.
1969 Vidal	Transfixatie van de extremititeit met behulp van de fixateur van Hoffmann (fixation en cadre) (zie ook blz. 123).

Terwijl de fixateurs van Abbott, Barroux, Bosworth en Charnley als grondvorm hebben de fixateur van Lambret en van Guendet, werden die van Barbarin, Hemeryck, Giordona, Mayeda en Conn duidelijk afgeleid uit de fixateur van Lambotte. De fixateur van Anderson vormde op zijn beurt het uitgangspunt van de methoden, toegepast door Haynes, Warkwitz, Mac Kirbin en Stader. De fixateur van Lafaille tenslotte is zeer verwant aan die van Hoffmann.

2. De invloed van Lambotte op de toepassing van de fixateur externe.

Het boek van Lambotte uit 1907 'L'intervention opératoire dans les fractures récentes et anciennes', geschreven in een periode waarin de osteosynthese nog een uiterst controversiële aangelegenheid was, berust in hoofdzaak op theoretisch inzicht en slechts in geringe mate op praktische ervaring.

'J'exposerai simplement ce que je connais sur le traitement opératoire des fractures en me basant surtout sur ma propre pratique. Pour beaucoup de points les faits cliniques me manquent encore; la rareté de certaines fractures explique ce fait; aussi certaines techniques sont elles purement schématiques et basées sur l'étude du cadavre et la déduction'.

Voordat de fixateur externe van Lambotte ter sprake komt, is het nuttig te vermelden, dat Lambotte evenzeer aandacht had voor de interne fixatie van fracturen. De behandelings-schema's die Lambotte heeft aangegeven voor de fractuurbehandeling, zijn de basis geweest voor iedere operatieve fractuurbehandeling. De operatietechniek in onze dagen, wat betreft de incisie en de mechanische principes van de fractuurfixatie, alsmede de mechanische principes van het osteosynthesemateriaal zijn rechtstreeks van de ideeën van Lambotte afgeleid. Slechts de intramedullaire osteosynthese volgens Küntscher (1965) en de compressie-osteosynthese van Danis (1949) zijn sinds de tijd van Lambotte als methoden van osteosynthese aan ons therapeutisch arsenaal toegevoegd. Wel is de kwaliteit van het osteosynthesemateriaal inmiddels sterk verbeterd. De indicaties voor osteosynthese wisselen naargelang de omstandigheden en inzichten en dit vooral onder invloed van de ervaring van de operateur. Lambotte heeft de fixateur externe ontworpen voor de behandeling van tibiaschachtfracturen. Na 44 jaar praktijk in het hospitaal Stuivenberg te Antwerpen berichtte Lambotte op het Parijse chirurgencongres van 1937 over de resultaten van de behandeling van onderbeenfracturen. Hij had toen 246 verse onderbeenfracturen persoonlijk behandeld in een periode van 44 jaar. Dat wil zeggen: iets meer dan 5 fracturen per jaar!!!

De fixateur van Lambotte was zodanig geconstrueerd dat een bloedige repositie noodzakelijk was; de repositie werd met speciale tangen tijdelijk gehandhaafd, 'fixation temporaire', genoemd naar de verschillende ontwerpers (Tuffier, Lane, Lambotte). Gedurende deze tijdelijke fixatie werden de botschroeven in de tibia geboord en bevestigd aan het uitwendige verbindingssysteem (tuteur externe). De botschroeven kwamen gedeeltelijk in de naad van de wond te liggen. Het nadeel van deze techniek heeft Lambotte zelf ingezien. 'Il y a trois ans j'avais poursuivi l'idée de pratiquer l'osteo-

synthese par voie souscutanée. En effet, pouvoir fixer d'une façon mathématique les fragments dans leur position normale sans faire de plaie, sans cicatrice notable serait une méthode idéale'.

Lambotte heeft dit ideaal met zijn fixateur niet kunnen bereiken. Toch had hij goede resultaten. In andere handen daarentegen raakte de methode in discrediet, deels door eigenschappen van de borschroeven (corrosie, elektrische potentialen), waardoor resorptie optrad rond de schroeven en deze los gingen zitten (l'osteite rareficante simple aseptique), deels door complicaties in de fractuurzone veroorzaakt door de bloedige repositie, zoals infecties en vertraagde consolidatie.

Deze minder goede eigenschappen van de fixateur van Lambotte zijn verbeterd door o.a. Juvara (1916), die een geleidingsmechanisme toepaste om de schroeven te boren; daarna door Verbrugge (1931), die de verbindingsslang van de pennen beter centreerde; vervolgens door Boever (1931), die niet-oxydeerbaar materiaal introduceerde. Anderson (1934) tenslotte opende de mogelijkheid tot een gesloten repositie. Wanneer men de schroeven distaal en proximaal van de fractuur geboord heeft en de schroeven aan een zijde van de fractuur onderling verbindt, kan men de schroefgroepen gebruiken om met de fractuurfragmenten te manipuleren.

De verdienste van de fixateur externe van Hoffmann is, dat hij al deze verbeteringen in zich verenigt, waardoor hij de meest gebruikte fixateur is.

In het licht van zijn ontstaansgeschiedenis, waarbij de Franstalige auteurs overheersen, is het niet verwonderlijk dat de fixateur externe vooral wordt toegepast in Franstalige gebieden met een duidelijk accent op België en Frankrijk.

3. Gegevens van na-onderzoeken betreffende de behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe.

De indicatie.

Creyssel (1956), Denis (1956), Hutinel (1956) en Bodart (1964) adviseerden de methode voor open fracturen, uitgezonderd de open fracturen met zeer uitgebreide weke-delenletsels. Infecties langs de borschroeven kunnen via ondermijningen van de huid de fractuur infecteren, betoogde Bodart en daarom stelde hij voor, in deze gevallen interne osteosynthese toe te passen.

De voordelen van toepassing van de fixateur externe bij de ernstig open fracturen werden door Wittebol (1962) en door Van der Ghinst en De Geeter (1965) nauwkeurig geformuleerd.

Deze zijn:

1. Een onmiddellijke fractuurfixatie is met een zeer gering chirurgisch trauma mogelijk, zonder een corpus alienum in de fractuurzone te plaatsen.
 2. Primaire en secundaire wondbehandeling zijn onder optimale condities mogelijk.
 3. Aangrenzende gewrichten kunnen geoefend worden.
- Bij Van der Ghinst en De Geeter (1965) is de indicatie veel ruimer dan bij Wittebol (1962). Open en gesloten fracturen werden op grote schaal met de fixateur externe behandeld. Een ruime indicatie stelden eveneens de volgende auteurs: Cabanac en Ferrieux (1958, 1961), Evrard (1959), Larrieux en Bismuth (1964), Ray (1964), Decoulx (1965), Blois e.a. (1966), Aboucaya en Fani (1967), Saint Picq (1968).
- Op grond van minder goede ervaringen met interne osteosynthese bij open onderbeenfracturen, verdedigden Muller, Brunet, Vidal en Adrey op een colloquium te Straatsburg (1971) toepassing van de fixateur externe bij ernstig open fracturen ('grand fracas').

Techniek van de externe fixatie.

a. De unilaterale vorm.

De techniek die men tot op heden het frequentst toepaste, is nog steeds de door Lambotte beschreven anteromediale fixatie van de tibia. Zoals reeds gezegd, wordt daarvoor heden ten dage meestal de fixateur volgens Hoffmann gebruikt.

De bio-mechanische aspecten van deze techniek werden onderzocht door Burny en de Blois (1965) en door Burny en Bourgois (1972).

Zij hebben enkele primaire eisen gesteld aan de constructie.

1. De schroefgroep aan een zijde van de fractuur moet verscheidene schroeven bevatten.
2. De klemplaat die de schroeven insluit, moet zich zo dicht mogelijk bij de tibia bevinden.
3. De afstand van klemplaat tot klemplaat (van kogelgewricht tot kogelgewricht) moet zo klein mogelijk zijn (\pm 14-16 cm).

Evrard benadrukte in een discussie met Van der Ghinst (1972) het belang van de richting van de schroef ten opzichte van de facies antero-medialis tibiae. De schroef zou loodrecht op dit vlak geplaatst moeten worden.

Gegevens over de wijze waarop de auteurs de fixateur hebben 'gemonteerd', ontbreken meestal in hun artikelen. De stabiliteit van de constructie heeft vanzelfsprekend een invloed op de consolidatie van de fractuur.

b. De transfixatie.

Hierbij worden de schroeven in een frontaal vlak door de extremiteit geboord en aan beide zijden van de extremiteit onderling verbonden.

Vidal en Adrey (1969) construeerden 'La fixation en cadre', (zie blz. 123). Deze techniek leent zich voor het toepassen van compressie bij daarvoor geschikte fracturen.

Wij zelf hebben voor het eerst in 1974 dit principe toegepast bij de behandeling van vertraagde consolidaties.

De stabiliteit van de constructie van Vidal is zonder enige twijfel perfect. Het nadeel van de methode onderkent Vidal zelf. De schroeven passeren de extensoren en blokkeren gedurende de fixatieperiode de werking van deze spieren. De functie van het enkelgewricht wordt hierdoor beperkt.

Soms is deze functiestoornis blijvend. Verder is de kans op een infectie (door beweging van de spieren) aan de laterale zijde vergroot.

Osteomyelitis in de fractuurzone.

Tussen 1956 en 1965 behandelden Van der Ghinst en De Geeter (1965) 136 fracturen (open en gesloten) met de fixateur externe. Gedurende deze periode werd geen enkele andere operatieve methode primair toegepast. Van de 67 open fracturen bedroeg het percentage osteomyelitis 1,5% (één geval).

Decoulx (1965) publiceerde over 190 open fracturen, waarvan de 82 ernstigste fracturen met de fixateur externe werden behandeld. Het percentage osteomyelitis bedroeg hierin slechts 3,6%. Brunet (1971) behandelde 206 open fracturen met de fixateur van Judet en kwam tot een percentage van 3,4% osteomyelitis en 2% primaire en secundaire amputaties. De indicatie was ook hier de aanwezigheid van ernstige weke-delenletsels.

Het percentage amputaties is natuurlijk belangrijk. Een hoog percentage primaire amputaties verkleint immers het risico van infectieuze complicaties, doch bemoeilijkt de beoordeling van een behandelingsmethode. De bovengenoemde fractuurseries geven een indruk van de kans op osteomyelitis bij behandeling van open fracturen met de fixateur externe. Het is ons opgevallen dat in de literatuur vele auteurs de indicatie tot externe fixatie ruim stellen, maar in feite de methode zeer beperkt toepassen.

Zo behandelden Larrieux en Bismuth (1964) van hun 136 fracturen slechts 8 open en 10

gesloten fracturen met de fixateur externe; zij vermeldden één geval van osteomyelitis. Wittebol (1962) beperkte de indicatie tot de ernstigste open fracturen. Van 89 open fracturen werden er 17 met de fixateur van Lambotte behandeld. Eén geval van osteomyelitis werd vermeld.

Creyssel (1956), Ray (1964) en Connes (1973) beklemtoonden het belang van het tijdstip waarop open onderbeenfracturen met de fixateur externe worden gestabiliseerd. Connes zag geen infecties bij fracturen die binnen 24 uur in de kliniek werden opgenomen en behandeld. Werden de patiënten daarentegen na meer dan 24 uur opgenomen dan steeg het infectiepercentage tot 20%. Ray behandelde van 43 open fracturen slechts 12 fracturen binnen 24 uur. De overige open fracturen werden tussen de tweede en twintigste dag behandeld. Het percentage osteomyelitis werd hierdoor ongunstig beïnvloed en steeg tot 12%.

Infectieuze complicaties langs de schroeven.

'De vrees voor infecties langs de schroeven moet in elke kritische geest opkomen die met de methode geconfronteerd wordt', schreven Houdart en Judet in 1934 en zij hebben gelijk; deze infecties komen voor.

Bij 816 schroeven die werden toegepast (6 bij elke patiënt) zagen Van der Ghinst en De Geeter (1965) 18 schroefkanaalinfecties. Decoulx (1965) constateerde 4 infecties op 1.000 schroeven. De infecties genazen na verwijdering van de desbetreffende schroef. In enkele gevallen echter bleef een fistel bestaan en in deze gevallen moet men aannemen dat er sprake was van een osteïtis van het schroefkanaal.

Hoffmann (1959) beschreef dit beeld en adviseerde een exploratie. Hierbij wordt volgens Hoffmann vaak een minuscule sequestertje gevonden, curetage van het kanaal kan de behandeling afsluiten.

Verscheidene andere auteurs maken eveneens melding van dit beeld:

Isler (1951)	3 op 540 schroeven
Judet (1958)	4 op 500 schroeven
Hoffmann (1959)	1 op 180 schroeven
Ray (1964)	1 op 250 schroeven
Van der Ghinst (1965)	3 op 816 schroeven

Deze fistels genezen uiteindelijk. De auteurs die de fixateur externe hebben toegepast, verwerpen de methode niet op grond van deze schroefkanaalinfecties. De infecties werden als uiterst goedaardig beschouwd en een contra-indicatie voor de methode werd er niet in gezien.

Wanneer wordt de fixateur externe verwijderd?

Van der Ghinst en De Geeter (1965) en Evrard (1959) verwijderen in de meeste gevallen de fixateur in de laatste fase van de genezing van de fractuur en beschermen hierna de extremiteit nog enige weken met een loopgips. Zij zien hierin geen nadeel voor de beweeglijkheid van het enkelgewricht. Wanneer knie en enkel gedurende de consolidatieperiode goed geoefend zijn, wordt de enkel niet stijf door immobilisatie van de extremiteit gedurende de laatste fase van de behandeling. Decoulx (1965) is tegenstander van deze handelwijze en laat de fixateur externe in situ tot volledige consolidatie is bereikt.

In de laatste fase worden door Decoulx de vleugelmoeren van de kogelgewrichten geleidelijk losgedraaid. Jørgensen (1972) heeft (met als oogmerk het bepalen van de graad van consolidatie) de stabiliteit van de fractuur, behandeld met de fixateur externe van Hoffmann, in de loop van het consolidatieproces proefondervindelijk getest.

De vleugelmoeren van de fixateur externe werden tijdens het meten losgedraaid waarna met een constante kracht het doorbuigen (deflexie) van de fractuur in één vlak werd gemeten. Proefondervindelijk bleek dat bij een deflexie van één graad volledige belasting van de fractuur, met de fixateur externe in situ, mogelijk was. Na het bereiken van deze waarde werden de vleugelmoeren van het externe fixatiesysteem geleidelijk losgedraaid. De deflexie van één graad werd bij de meeste fracturen tussen de achtste en twaalfde week bereikt.

De verdere literatuur over de consolidatieduur van fracturen, behandeld met de fixateur externe, is minder duidelijk. Het oordeel over de consolidatieduur van fracturen, kan daarom beter opgeschort worden tot dit onderwerp in het onderzoek aan de orde komt.

Samenvatting.

De fixateur externe heeft zijn ups en downs gekend. In deze vormt hij geen uitzondering op andere osteosynthesetechnieken. Uit de literatuur over de externe fixatie blijkt, dat voor deze methode een groot indicatiegebied bestaat.

De techniek van de fixateur externe en de nabehandeling van de fracturen vertonen bij de verschillende auteurs individuele verschillen.

Hieruit blijkt, dat de methode van behandeling van patiënten niet in de laatste plaats een kwestie is van persoonlijke voorkeur.

De vrees voor infectieuze complicaties langs de botschroeven heeft vele chirurgen ervan weerhouden de methode toe te passen.

Deze complicatie komt voor, maar in de literatuur is het oordeel eenstemmig dat zij uiterst mild van aard is en geen contra-indicatie voor de methode vormt.

Infectieuze complicaties in de fractuurzone zijn bij de behandeling met de fixateur externe gering. De percentages bij de grotere series fracturen spreken voor zich.

Hoofdstuk 3. De behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe van Hoffmann.

1. Het behandelingsschema.
2. De techniek van externe fixatie van onderbeenfracturen.
 - Het benodigde instrumentarium.
 - De operatie.
3. De nabehandeling.

1. Het behandelingsschema.

Het schema voor de behandeling van onderbeenfracturen zoals dat hier wordt besproken, is in september 1969 tot stand gekomen en tot op heden ongewijzigd gehandhaafd.

In het behandelingsschema zijn twee hoofdlijnen te onderscheiden.

De ene lijn volgt de weg van de strikt conservatieve methode. Stabiele fracturen worden behandeld met een gipsverband, een achterspalk, welke na een week wordt vervangen door een loopgips, waarna de patiënt het ziekenhuis verlaat en het been mag belasten (Dehne 1961 en Sarmiento 1967). Ruim dertig procent van alle onderbeenfracturen bij volwassenen is op deze manier behandeld. Blijkt een dislocatie van de fractuur te ontstaan in het gipsverband, dan wordt de fractuur alsnog behandeld met de fixateur externe.

De andere hoofdlijn in het behandelingsschema wordt gevormd door de behandeling met de fixateur externe.

Niet-stabiele fracturen en fracturen waarbij ernstige weke-delenletsels aanwezig zijn, worden direct na opname, zo mogelijk binnen zes uur, behandeld met de fixateur externe. Bij de fracturen met ernstig weke-delenletsel wordt de fixateur altijd toegepast, ongeacht de stabiliteit van de fractuur. De fixateur is bij deze fracturen vooral bedoeld om de behandeling en de genezing van de weke-delenletsels onder optimale condities te doen verlopen.

Uit het bovenstaande blijkt dat niet alle open fracturen worden behandeld met de fixateur externe. Open fracturen die stabiel zijn in een gipsverband (in de praktijk zijn dat de fracturen met een kleine wond en weinig dislocatie), vormen geen absolute indicatie voor een andere therapie dan de conservatieve. Dertig procent van de conservatief behandelde fracturen in ons onderzoek was gecompliceerd!

Een belangrijke vraag bij de opstelling van het behandelingsschema is voorts: wanneer moet de fixateur worden verwijderd? Voor het vaststellen van het juiste tijdstip zijn twee overwegingen van belang geweest.

De eerste is: bij externe fixatie van fracturen kan een infectie rond de botschroeven optreden en de kans op deze infecties neemt toe naarmate de fixatieperiode van de fractuur met de fixateur langer duurt. De conclusie ligt voor de hand: men moet de

fixateur externe na een bepaalde periode verwijderen. Als termijn is hiervoor gekozen tien tot twaalf weken. In de onderzoeksperiode is deze regel niet gewijzigd. De behandeling wordt na verwijdering van de fixateur externe voortgezet met een bovenbeens-loopgips.

De tweede overweging is: de behandeling van een onderbeenfractuur met een loopgips heeft het grote voordeel, dat consolidatie van de fractuur met een hoge mate van waarschijnlijkheid optreedt.

Bij fracturen met een vertraagde consolidatie wordt omstreeks de dertigste week een beslissing genomen over de noodzaak van een secundaire ingreep.

Indien een fractuur tien weken is behandeld met de fixateur externe en het been is gedurende deze periode goed geoefend, dan is het onwaarschijnlijk dat het afsluiten van de behandeling met een loopgips een nadelige invloed zou hebben op de beweeglijkheid van het enkelgewricht.

Schema.

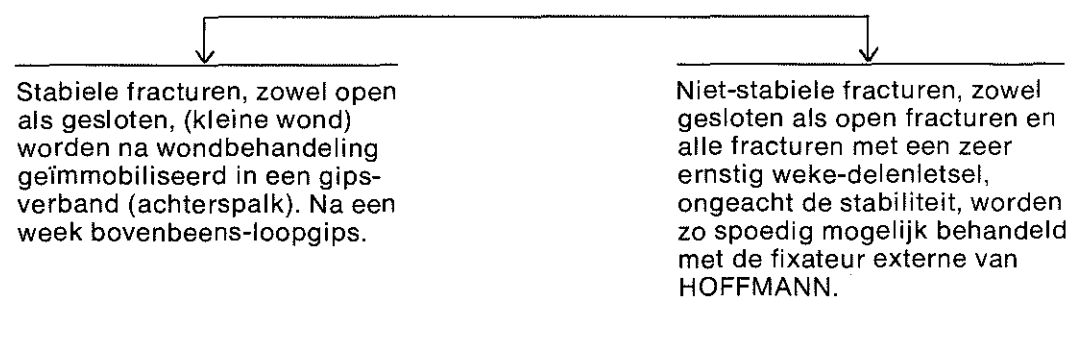
Eerste hulp:

De patiënt wordt in de ziekenauto vervoerd met het been in een draadspalk of in een opblaasbare spalk. Bij gecompliceerde fracturen wordt geen verband aangelegd op de plaats van het ongeval. Tot 1975 verzorgde het ziekenhuis het gewondenvervoer binnen het rayon Helmond. De verpleegkundigen die het vervoer begeleidden, hadden als instructie: de wond onaangeroerd laten tot op de eerste-hulpafdeling van het ziekenhuis. Op de eerste-hulpafdeling van het ziekenhuis wordt de wond afgedekt met een laag steriel gaas, gedrenkt in Savlon® (chloorhexidine digluconaat 15 mgr/ml, cetrimide 150 mgr/ml, in een gebruiksverdunding van 1 vol.dl: 100 vol.dln) en worden 4 x 10⁶ E. penicilline en 1 gram streptomycine toegediend. Tetanus profylaxe en zo nodig een infuus (fysiologisch zout, rheomacrodex, plasma, haemaccel). Laboratoriumbepalingen worden aangevraagd. Bij drie patiënten werd nog anti-gasgangraen serum toegediend.

Röntgenafdeling:

Tijdens het algemeen onderzoek van de patiënt worden overzichtsfoto's van de gehele extremiteit gemaakt.

Indicatie voor behandeling.



Nabehandeling:

Lopen met twee elleboogsteunen en belasten van de fractuur na een week toegestaan. Blijkt de fractuur in een achterspalk of in het loopgips niet stabiel, dan wordt de behandeling voortgezet met de fixateur externe. Na aanleggen loopgips ontslag uit ziekenhuis. Poliklinische controle na twee weken.

Oefenstabiliteit wordt nagestreefd. Gedeeltelijk belasten van de fractuur zonder verder steunende verbanden in vele gevallen mogelijk. (twee elleboogsteunen). Ontslag uit het ziekenhuis na genezing der weke-delenletsets. Poliklinische controle na een week en verder om de twee weken. Na acht tot twaalf weken bovenbeens-loopgips en volledig belasten.

Revalidatie:

Nadat het gipsverband is verwijderd, worden de patiënten gemobiliseerd met twee elleboogsteunen. Geleidelijk wordt overgegaan op volledige belasting van de getroffen extremitet. Niet alle patiënten hebben begeleiding van de physio-therapeut nodig.

Werkhervatting:

De werkhervatting is afhankelijk van het resultaat van de behandeling en de aard van het werk dat de patiënt moet verrichten.

De tijdsduur die verloopt tussen de consolidatie van de fractuur en het moment van werkhervatting, wordt ook beïnvloed door sociale omstandigheden.

2. De techniek van de externe fixatie van onderbeenfracturen.

Het benodigde instrumentarium.

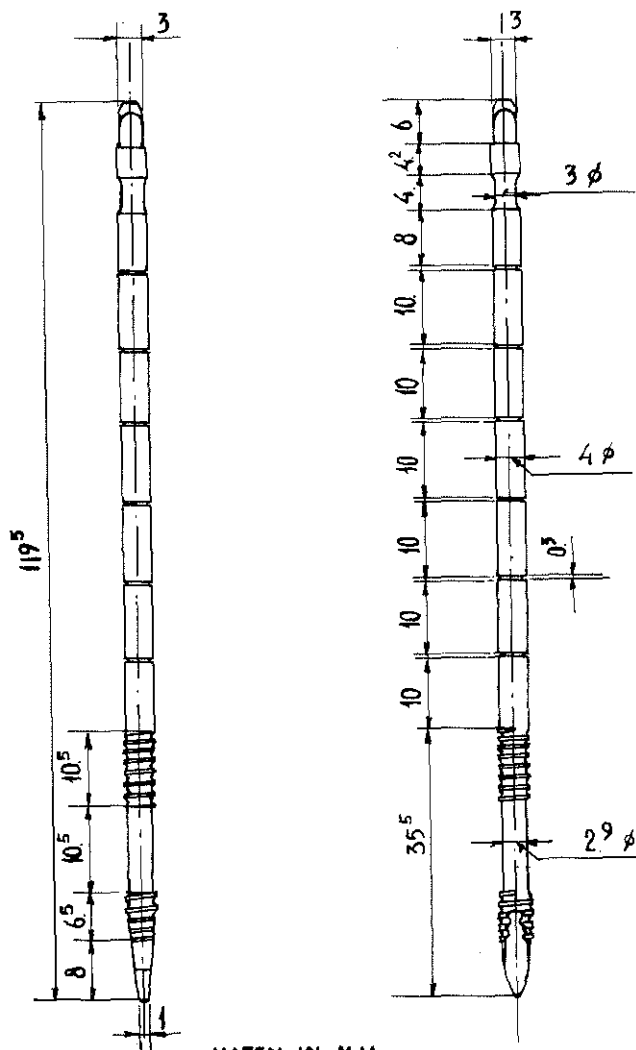
De fixateur externe van Hoffmann is in feite niet slechts een apparaat voor de behandeling van onderbeenfracturen, doch een compleet systeem voor fractuurbehandeling. Voor de onderscheiden fracturen zijn eenvoudige en meer ingewikkelde constructies mogelijk. Bij de tibiafractuur is in dit onderzoek gekozen voor een bepaalde constructie die systematisch is toegepast. Deze constructie behoeft slechts zeer weinig instrumentarium (afb. 3 en afb. 4).

De schroef voor de tibia (A) heeft een lancetvormige punt die overgaat in een gedeelte met een schroefwinding, daarna volgt een glad tussenstuk en vervolgens weer een stuk met schroefwindingen. De schroef die wij gebruiken, is 12 centimeter lang (de lengte kan variëren, resp. 11, 12, 15 en 17 centimeter). De diameter van de schroef bedraagt 4 millimeter. De schroef wordt met een handboor (B) in de tibia geboord. Dit geschiedt in twee groepen, een groep distaal en een groep proximaal van de fractuur. Een schroefgroep, bestaande uit drie schroeven, wordt gevat in een klemplaat (C) bestaande uit twee metalen plaatjes die aan de naar elkaar toegekeerde zijde bekleed zijn met een niet-geleidende kunststof (resofil). Vijf openingen, gevormd in de kunststofbekleding van de klemplaat (C), maken een variatie mogelijk in de onderlinge afstand van de schroeven. Aan één zijde van de klemplaat is een meerassig gewricht (D) gemonteerd, dat de mogelijkheden van een kogelgewricht benadert. In dit 'kogelgewricht' kan het verbindingsstuk (E) vastgeschroefd worden. Dit verbindingsstuk kan in principe

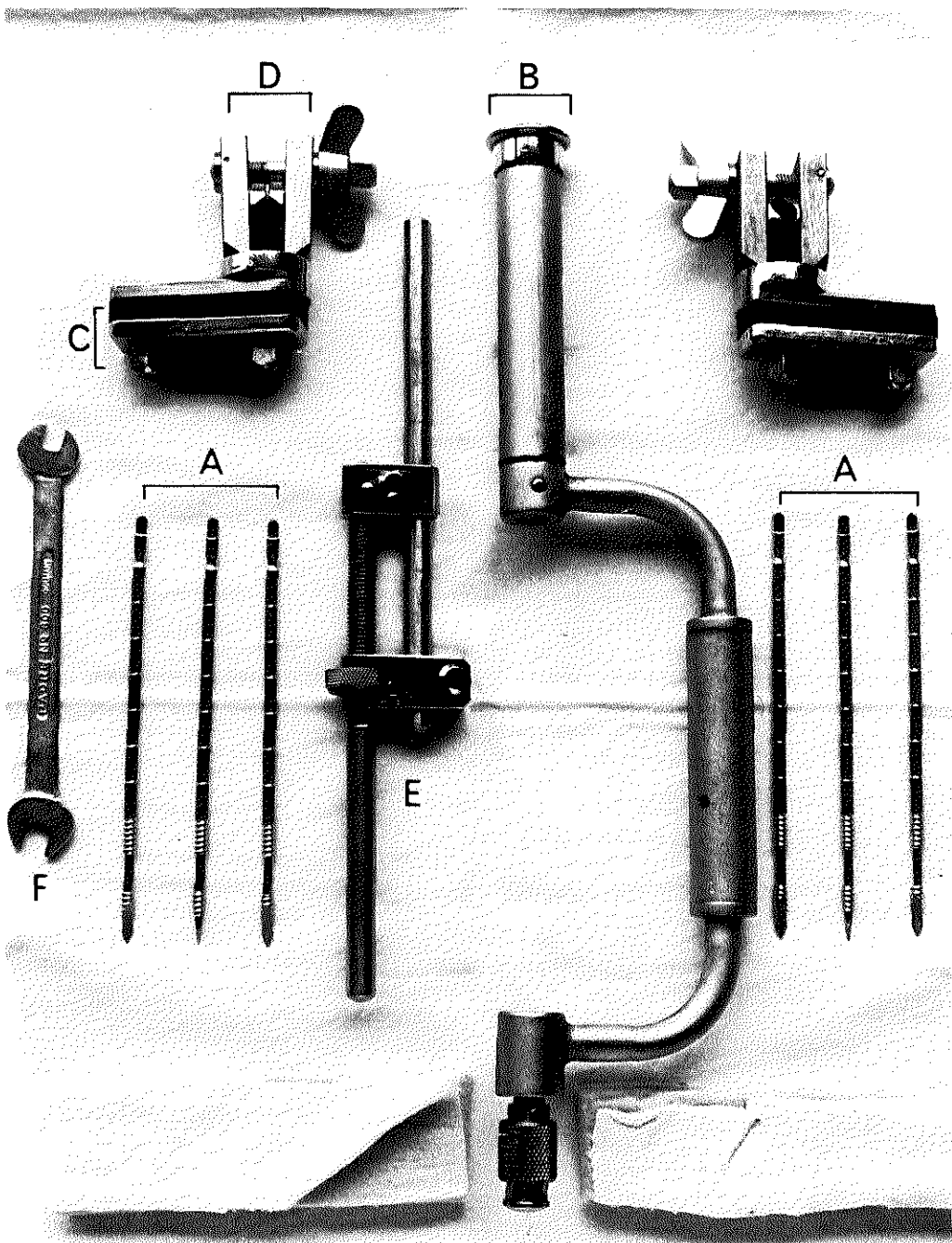
bestaan uit een eenvoudige staaf. In dit onderzoek is echter gekozen voor het verbindingstuk met compressiemogelijkheid. Zulks echter niet, omdat wij compressie wilden toepassen, doch alleen omdat twee parallel verlopende staven een meer rigide verbinding vormen dan één staaf. Met de sleutel (F) kan men alle voorkomende schroeven van het systeem aandraaien.

Voor de bepaling van de richting en de juiste onderlinge afstand van de botschroeven wordt de klemplaat als schablone gebruikt. De officiële schablone die voor dit doel tot het instrumentarium behoort, wordt door ons niet gebruikt voor de fixatie van tibiafracturen, terwijl zij onmisbaar is voor de fixatie van femurfracturen. De behandeling van tibiafracturen vereist verder het gebruikelijke instrumentarium voor het wondtoilet.

Ten aanzien van de mogelijkheden van de fixateur externe en in het bijzonder de adviezen hieromtrent van Raoul Hoffmann zelf, verwijzen we naar zijn boek 'Osteotaxis, percutane Knochen Fixierung' (1959).



afb. 3. Tekening van de schroef.



afb. 4. Fixateur externe van Hoffmann met instrumentarium zoals door ons gebruikt.

De operatie.

Plaats van behandeling is de operatiekamer. De operatie kan uitgevoerd worden op een normale operatietafel.

De anaesthesie.

Locale anaesthesie is niet toegepast. De operatie vindt plaats in narcose of onder epidurale anaesthesie.

Wondtoilet.

Op straat of in de ziekenauto wordt niets aan de wond gedaan. Pas op de eerste-hulpafdeling van het ziekenhuis worden de kleren verwijderd en wordt de wond afgedekt met steriel gaas, gedrenkt in savlon®. Op de operatiekamer wordt het been gewassen en de wond gespoeld met savlon®. De operateur wast de wond uit, scheert en jodeert het been, waarna hij afdekt tot boven de knie. De patiënt ligt in de positie van 'Trendelenburg' op de operatietafel waardoor de bloeding vermindert. Kleine wonden worden uitgespoeld met savlon® en na wondrandexcisie gesloten. Zij worden in navolging van Decoultx (1965) en Freeman (1958) niet vergroot voor inspectie van diepere structuren.

Grote wonden daarentegen ondergaan een zorgvuldige inspectie, waarbij kleine botfragmenten die geen verbinding hebben met weke delen, verwijderd worden. De behandeling van grote botfragmenten met weke-delenverbindingen geschiedt zodanig dat deze verbindingen met periost en spierweefsel bewaard blijven.

Deze wonden worden stevig uitgewassen en met savlon® gespoeld. Niet-vitaal weefsel, zoals rafelige verscheuringen van spierbundels, losse fascie-flarden en subcutaan-vetweefsel worden geëxideerd. Verontreinigingen die diep in de weefsels zijn gedrongen, noodzaken tot opofferen van weefsel. Na excisie van niet-vitaal weefsel vindt opnieuw spoeling met savlon® plaats. Onder de huid wordt geen enkele structuur gehecht. Na het wondtoilet kan de fixateur externe geplaatst worden. Daarna komt pas het definitief sluiten van de wond aan de orde.

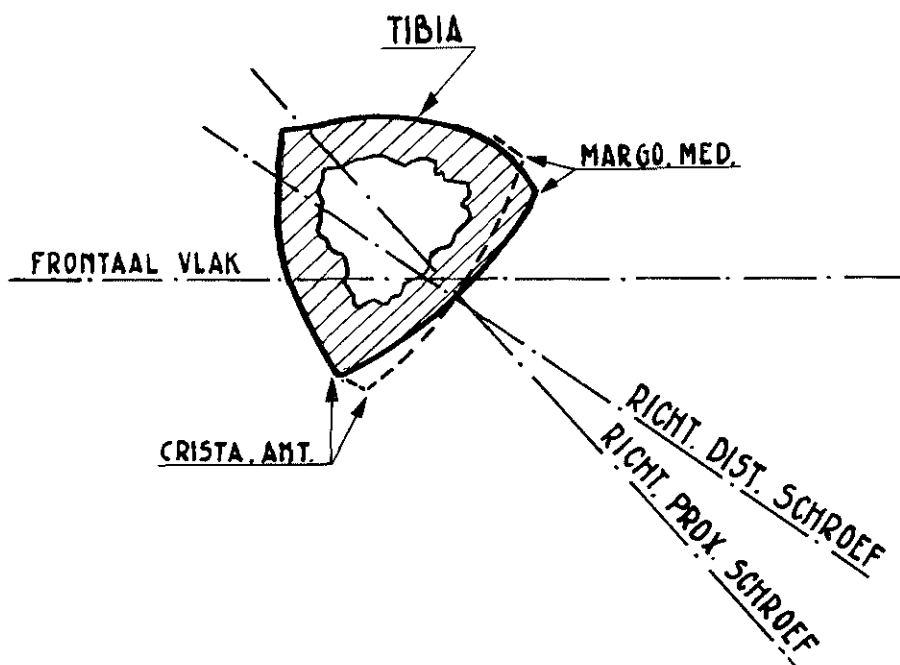
Plaatsen van de fixateur externe.

a. De spanning van de huid rond de botschroeven.

Om spanning rond de schroeven te vermijden is een voorlopige repositie van de fractuur noodzakelijk. Deze voorlopige repositie houdt in, dat men de fractuur op de juiste lengte brengt en de rotatie corrigeert. Tractie aan de voet door een assistent is voldoende. De wond wordt vervolgens provisorisch gesloten met enkele hechtingen. Zou men de wond openlaten en de schroeven met een open wond in de tibia boren, dan ontstaat onherroepelijk spanning rond de schroefgaten in de huid bij het later sluiten van de wond. De voorlopige repositie wordt dus niet in stand gehouden door speciale bottangen (Lambottes) in de wond op de tibia te plaatsen.

b. De plaats van de botschroeven op de tibia.

De botschroef wordt loodrecht op de facies medialis van de tibia geboord, midden tussen de margo medialis en de crista anterior. (zie afb. 5). De facies medialis in het proximale gedeelte van de tibia maakt een hoek van ongeveer 45 graden met het frontale vlak. De facies medialis tibiae ondergaat een rotatie in het distale gedeelte van de tibia. De hoek met het frontale vlak wordt groter en bedraagt distaal ongeveer 60 graden. Er worden drie botschroeven proximaal en drie botschroeven distaal van de fractuur geboord. Zijn deze schroeven loodrecht op de facies medialis geplaatst, dan maakt het vlak door de proximale schroeven een hoek met het vlak door de distale schroeven. In ons voorbeeld bedraagt deze hoek ongeveer 15 graden. De margo medialis en de crista anterior kan men palperen, zodat naar onze mening voor de uitwendige fixatie van de



afb. 5. Dwarsdoorsnede van de tibia waarin de richting van de schroef ten opzichte van de facies medialis is aangegeven.

tibia peilnaalden, in een schablonen geplaatst, niet noodzakelijk zijn. De klemplaat bevat 5 openingen voor de borschroeven. Boort men de borschroeven via de klemplaat in de tibia, dan is men ook zeker van de juiste afstand van de borschroeven ten opzichte van elkaar. De onderlinge afstand van de schroeven van een schroefgroep moet zo groot mogelijk zijn. Daartoe worden de buitenste openingen en de middelste opening van de klemplaat benut.

c. De afstand van de schroefgroepen tot de fractuur:

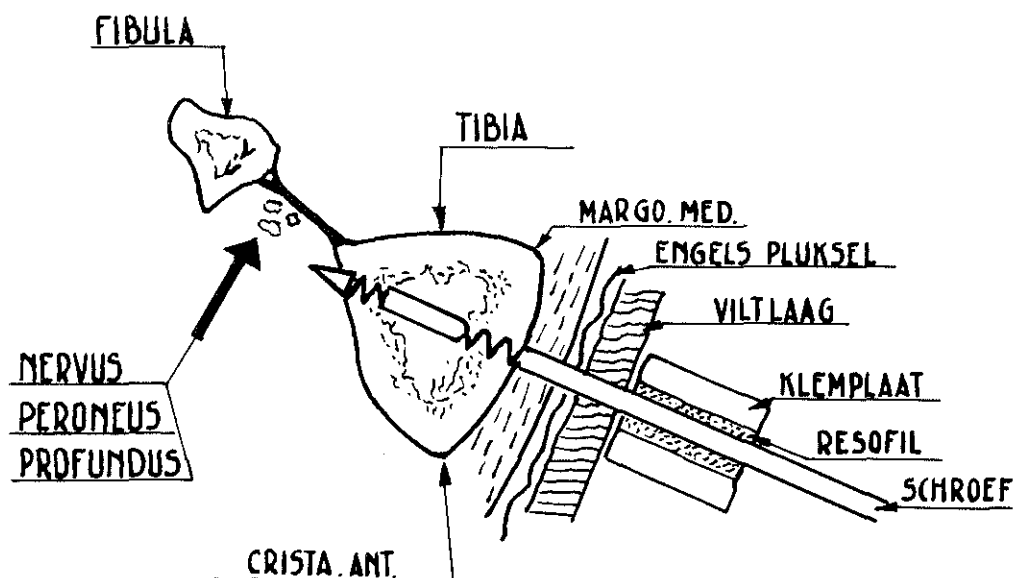
De distale schroef van de proximale schroefgroep en de proximale schroef van de distale schroefgroep zijn, indien mogelijk, meer dan 5 centimeter van de fractuur verwijderd.

d. Het perforeren van de huid en de plaats van de schroef ten opzichte van de wond:

De huid kan men perforeren met de lancetvormige punt van de schroef. Hoffmann adviseert met een mes een snede van een halve centimeter te maken. Bij alle patiënten is in dit onderzoek de huid geperforeerd met de punt van de schroef. De schroef kan in de onmiddellijke nabijheid van de wondrand de huid perforeren. De schroef wordt nooit in de wond aangebracht.

e. Het boren van de schroef in de tibia:

Het boren geschiedt met een handboor. Zodra de eerste corticalis is doorboord, schiet de schroef door tot de tweede corticalis. Dit wordt veroorzaakt door het gladde tussenstuk op de schroef. Heeft de punt van de schroef de tweede corticalis doorboord, dan voelt men meer weerstand bij het verder boren, omdat beide schroefwindingen van



afb. 6. Dwarsdoorsnede van de tibia met schroef en de ligging van de nervus peroneus profundus.

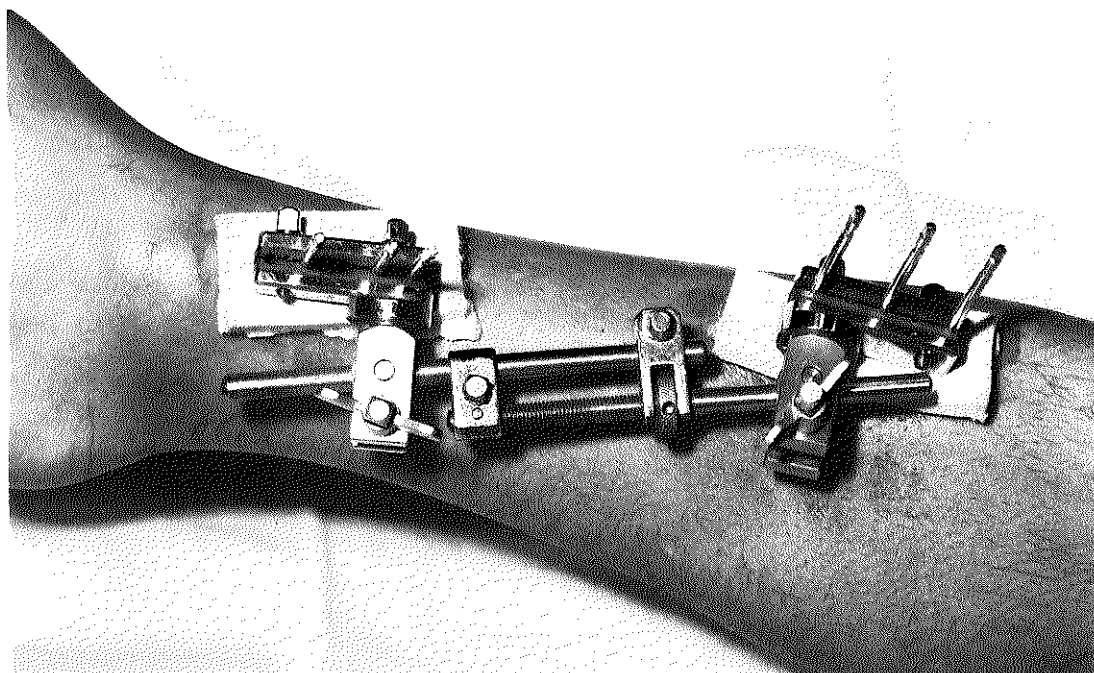
de schroef zich dan in corticaalbot bevinden. De schroef zit dan op de juiste diepte. Langzaam boren heeft het voordeel dat de verhoogde weerstand zeker wordt opgemerkt. De schroef doorboort de tweede corticalis in de buurt van de membrana interossea (zie afb. 6). De nervus peroneus profundus ligt op de ventrale zijde van de membrana interossea tussen fibula en tibia.

Een laesie van deze vaatzenewbundel is niet denkbeeldig. In het na-onderzoek is naar deze letsels gezocht.

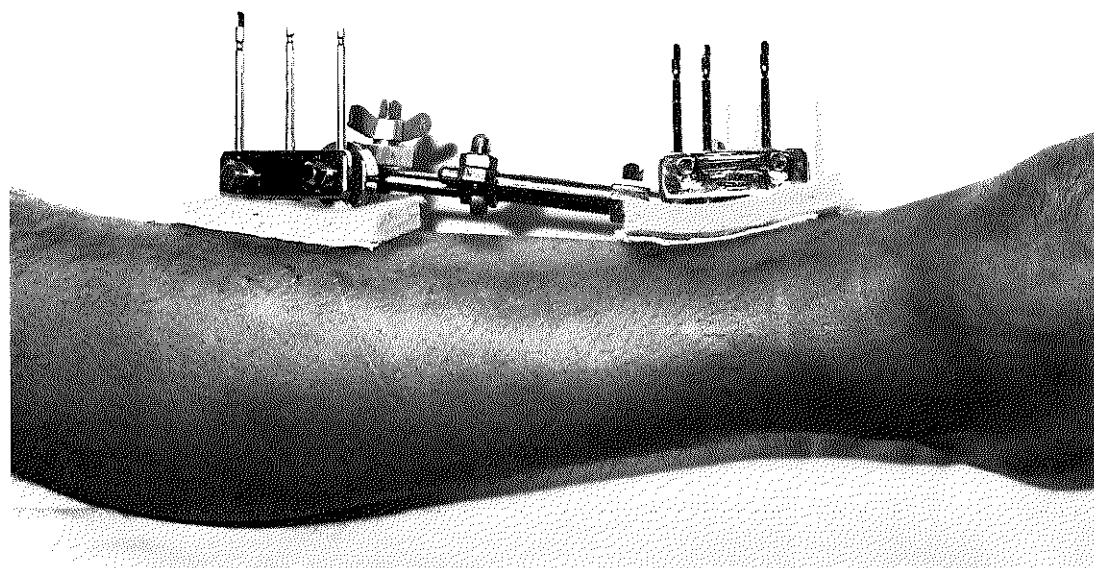
Na het boren van de beide schroefgroepen, dekt men de perforatie-openingen af als volgt: de huid wordt opnieuw geïsoleerd en behandeld met een wondspray, dan volgt een laagje Engels pluksel en een laag vilt (zie afb. 6).

f. Het monteren van de klemplaat met kogelgewricht aan de schroefgroep.

Eén schroefgroep bestaande uit drie schroeven wordt nu gevat in een klemplaat. Denkt men een vlak door de schroefgroep, dan wordt de klemplaat zo bevestigd dat het kogelgewricht op de klemplaat zich dorsaal van dat vlak bevindt (afb. 7). Het kogelgewricht is excentrisch op de klemplaat bevestigd. De klemplaat wordt zodanig aan de schroefgroep gemonteerd dat het kogelgewricht naar de fractuur toe is gekeerd. De afstand van kogelgewricht tot kogelgewricht wordt daardoor zo klein mogelijk, hetgeen de stabiliteit ten goede komt. De klemplaat wordt, door middel van tegelijk aandraaien van twee bouten in de klemplaat, vlak boven de viltlaag aan de schroefgroep bevestigd. De afstand van klemplaat tot huidoppervlak bedraagt dan ongeveer 1,5 centimeter (afb. 8). De ruimte tussen klemplaat en bot mag niet te groot zijn, aangezien daardoor de stabiliteit van de constructie vermindert (Burny 1972). De ruimte mag ook weer niet te nauw zijn, daar anders het gevaar dreigt van necrose van de huid onder de viltlaag, wanneer de extremiteit gaat zwellen. Alvorens men de tweede klemplaat bevestigt, is het raadzaam eerst het verbindingsstuk, bestaande uit twee onderling verbonden parallel verlopende staven, door de kogelgewrichten te schuiven waardoor het mogelijk is dit verbindingsstuk in zijn geheel te monteren.



afb. 7. Onderbeen met fixateur externe van mediaal gezien. De kogelgewrichten zijn naar elkaar toegekeerd en bevinden zich dorsaal van een imaginair vlak door de schroeven.



afb. 8. Onderbeen met fixateur externe van frontaal gezien. De afstand van klemplaat tot huid bedraagt ongeveer 1,5 cm.

De repositie van de fractuur.

Het doel van de repositie is een zo goed mogelijke stand van de fractuurfragmenten te verkrijgen. De volgende hulpmiddelen staan de operateur ten dienste om dit doel te bereiken.

a. De röntgenfoto's.

Van alle fracturen worden foto's in drie richtingen gemaakt (voor-achterwaarts, zijdelings en driekwart). Het type fractuur en de ontstaanswijze van de fractuur kunnen hieruit afgeleid worden. Tevens stelt men de ruimtelijke ligging van de fractuurfragmenten vast. De richting waarin men de fragmenten kan manipuleren, is dan bekend.

b. De palpatie van de fractuur.

De crista anterior kan over de gehele lengte van de tibia gepalpeerd worden. Tijdens de repositie is dat een groot voordeel. Palpatie van de tibia in de fractuurzone is zelfs mogelijk, als men snel na het trauma de operatie uitvoert.

c. De schroefgroepen met de klemplaten dienen als een soort bottang waarmee men een directe greep heeft op de fractuurfragmenten.

Bottangen, direct op de fractuur geplaatst, zijn overbodig.

d. Bij open fracturen is visuele of palpatoire controle in de wond mogelijk.

e. Vergelijking met het niet-getroffen been! (bij open fracturen mogelijk als de wonden gesloten zijn, bij gesloten fracturen mogelijk als de schroeven geplaatst zijn).

Deze vijf basisgegevens zijn in dit onderzoek gebruikt voor een repositie van een onderbeenfractuur. Om de musculatuur te ontspannen vindt repositie met gebogen knie plaats.

Bij open fracturen was de wond provisorisch gesloten. Deze provisorische hechtingen kan men nu verwijderen, waarna directe controle van de repositie mogelijk is. Vanzelfsprekend moet elke overbodige palpatie van de tibia in de wond vermeden worden. Gesloten fracturen maken repositie moeilijker dan open fracturen. Vooral bij grote wonden is de fractuur in de wond zichtbaar en kan de repositie anatomisch zijn. Bij open fracturen met een kleine wond kan men vaak door palpatie met een vinger de fractuur in de wond aftasten. Niet alle wonden echter zijn direct boven de fractuur gelegen, waardoor de repositie even moeilijk kan zijn als bij een gesloten fractuur. Bij de patiënten in dit onderzoek is de wond niet vergroot voor een directe palpatoire of visuele controle van de repositie. Als algemene regel voor gesloten fracturen houden wij aan, dat de fractuurzone voor een repositie niet geopend mag worden. Gesloten fracturen consolideren immers sneller dan open fracturen. Men kan, als men van deze grondregel uitgaat, bij gesloten fracturen enige dislocatie accepteren.

Heeft men door manipulatie met de schroefgroepen en de klemplaat een repositie bereikt, dan worden de vleugelmoeren van de kogelgewrichten vastgedraaid en röntgenfoto's (wederom vanuit drie richtingen) tonen het bereikte resultaat.

Het onderbeen, distaal van de fractuur, kan direct na het ongeval tekenen vertonen van slechte doorbloeding. De circulatie kan echter pas definitief beoordeeld worden als de fractuur gereponeerd is.

Wanneer de circulatie van de voet door repositie niet verbetert, dan is angiografie aangewezen om een proximaal van de fractuur gelegen vaatletsel aan te tonen dan wel uit te sluiten.

Deze letsels komen overigens bijna alleen voor bij een lage femurfractuur of een knieluxatie (Connolly, e.a. 1971).

In dergelijke gevallen moet de continuïteit van de arterie chirurgisch worden hersteld. Op het niveau van de onderbeenfractuur is dit zeer moeilijk. Soms is een locale spasme de oorzaak van de circulatiestoornis. Behandeling van de arteriën (met heparine intravasculair, deppen met novocaïne en warm physiologisch zout) kan de spasme opheffen en het onderbeen redden.

Sluiten van de wond.

De wond was vóór het boren van de schroeven provisorisch gesloten om spanning in de huid rond de schroeven te vermijden. Tijdens de repositie zijn deze provisorische hechtingen verwijderd. Na de repositie kan de wond definitief gesloten worden. De wonden worden spaarzaam gehecht, de afstand van de hechtingen onderling bedraagt tenminste drie centimeter. Bij wonden in de lengte-richting van de tibia kan men altijd wondrandexcisie toepassen. Bij dwarse wonden van het onderbeen, die vooral in het distale derde gedeelte van de tibia voorkomen, moet men zeer zuinig zijn met de huid, want bij dwarse wonden waarbij te veel spanning op de naad staat, is de techniek om de spanning te verminderen, niet zo eenvoudig. Bij spanning op de wondnaad van wonden, die in de lengte-richting van de tibia verlopen, is een contra-incisie in de mediaanlijn aan de dorsale zijde van het been een efficiënte oplossing. De techniek van de contra-incisie stamt van Picot (1917). Hierbij wordt de onderliggende fascie zowel in de lengte-richting, als de breedte-richting gekliefd.

Behalve vermindering van de spanning op de naad aan de voorzijde van het been, heeft de lange contra-incisie met fasciotomie een decompressie van alle compartimenten van het been tot gevolg, hetgeen de circulatie in de gehele extremiteit ten goede komt. Bij 8% van de gecompliceerde fracturen uit ons materiaal is een contra-incisie gemaakt. De lengte van de contra-incisie bedraagt ruim 20 centimeter. Het ontstane defect kan in dezelfde zitting bedekt worden met een vrij transplantaat, doch noodzakelijk is dat niet. Technieken om de wond te sluiten, waarbij naburige huid ondermijnd had moeten worden (rotatie en transpositielappen), pasten wij in de eerste fase van de fractuurbehandeling niet toe. De wonden werden niet gedraineerd. Door in de huid slechts weinig hechtingen te plaatsen heeft de wond een drainagemogelijkheid. De wond kan de eerste achtenveertig uur profuus lekken en regelmatig wisselen van verband is dan noodzakelijk.

Verband.

Bij ernstige weke-delenletsels waarbij een contra-incisie en Thiersch-plastieken noodzakelijk waren, is een circulair verband toegepast. Dit verband heeft niet de bedoeling druk uit te oefenen. Steriel gaas wordt losjes op de wond gelegd en steriele watten worden om het been gedraaid, waarna een tricot-zwachtel het verband completeert. Bij de overige wonden leggen we een laag steriel gaas op de wond, dat we met pleister vastplakken. Na enkele dagen wordt het gaas verwijderd en de wond verder zonder verband verzorgd.

3. De nabehandeling in de post-operatieve fase.

Het been wordt extreem hoog gelegd, niet op een slede, maar op 6 à 7 kussens, met de knie in flexie. Indien mogelijk staat de eerste dagen het voeteneinde van het bed op klossen. Enkele uren na de operatie kan de patiënt knie en enkel bewegen. De patiënt mag de eerste veertien dagen het bed niet verlaten. Gedurende deze periode wordt het been geoefend. Het aanspannen van de musculus tibialis anterior is vaak moeilijk voor de patiënt. Blijkt hij op eigen krachten het bewegingspatroon van het been niet terug te kunnen vinden, dan wordt de fysiotherapeut te hulp geroepen om gerichte oefeningen

met de patiënt uit te voeren. Na de veertiende dag is in enkele gevallen gedeeltelijk belasten van de fractuur toegestaan.

Anticoagulantia, antibiotica.

Patiënten boven veertig jaar krijgen anticoagulantia systematisch toegediend; jongere patiënten, bij wie na enkele dagen een zeer sterke zwelling van de extremiteit optreedt, eveneens. Het toedienen van anticoagulantia staakt men gewoonlijk bij ontslag uit het ziekenhuis.

Indien wij het bestaan van trombose vermoedden, dan werden gedurende drie maanden anticoagulantia toegediend.

Geeft men — zoals bij de open fracturen steeds het geval was — antibiotica, dan houdt na een week de toediening op.

Samenvatting van de techniek van externe fixatie van onderbeenfracturen.

Om het belang van de stabiliteit te onderstrepen vatten wij de voorschriften die rechtstreeks met de stabiliteit te maken hebben, nogmaals samen.

Deze voorschriften komen in grote lijnen overeen met de primaire eisen die Burny en coll. (1965, 1972) aan de externe fixatie van onderbeenfracturen stellen.

De beschreven techniek werd bij 108 van de 111 patiënten die met een fixateur behandeld werden, toegepast. Variaties in de techniek waren slechts in enkele gevallen noodzakelijk. Op pagina 119 t/m 123 zijn deze variaties afgebeeld.

1. De botschroeven zijn loodrecht op de facies medialis van de tibia geboord. De facies medialis ondergaat een rotatie van proximaal naar distaal, waardoor de proximale schroeven een grotere hoek maken met het frontale vlak dan de distale schroeven.
2. De klemplaat wordt op de volgende wijze aan de schroeven gemonteerd:
 - Denkt men een vlak door de schroefgroep, dan wordt de klemplaat zo bevestigd dat het kogelgewricht op de klemplaat zich dorsaal van dit vlak bevindt.
 - Het kogelgewricht is excentrisch op de klemplaat gemonteerd. De klemplaat wordt zodanig aan de schroeven gemonteerd, dat het kogelgewricht naar de fractuur toe is gekeerd.
 - De gemiddelde afstand van kogelgewricht tot kogelgewricht bedraagt 15 centimeter.
 - Zo mogelijk wordt het eerste, het derde en het vijfde kanaal in de klemplaat benut door de botschroeven. Distiaal op de tibia worden de schroeven vaak dicht bij elkaar geplaatst.
 - De afstand van het huidoppervlak tot de klemplaat bedraagt 1,5 centimeter.
3. Als verbindingsstuk tussen beide kogelgewrichten zijn twee onderling verbonden parallel verlopende staven gebruikt.
4. De afstand van fractuur tot dichtstbijzijnde schroef bedraagt tenminste 5 centimeter. Bij fracturen in het onderste derde gedeelte van de tibia is deze afstand noodzakelijk vaak kleiner.
5. De bouten en vleugelmoeren van de fixateur externe worden vast aangedraaid. Na enkele weken worden deze nogmaals aangedraaid. Het resofil — niet-geleidende kunststof — waarin de botschroeven gevat worden, is aan krimpen onderhevig.
6. Compressie wordt niet toegepast.

Hoofdstuk 4. De patiënten.

Algemene gegevens.

Algemene gegevens.

In totaal werden 166 patiënten behandeld voor een onderbeenfractuur. Hiervan zijn 4 patiënten overleden ten gevolge van hersenletsel. Bij de overige 162 patiënten kwamen 163 onderbeenfracturen voor. Eén patiënt had beide onderbenen gebroken. Voor de duidelijkheid wordt deze patiënt dubbel geteld, zodat in het vervolg gesproken wordt over een totaal van 163 patiënten met 163 onderbeenfracturen.

Onder algemene gegevens worden verstaan: de oorzaak van het ongeval, de leeftijd van de patiënt, het geslacht van de patiënt, de rechts-links verdeling van de fracturen en de nevenletsels die bij de patiënten zijn opgetreden.

De oorzaak van het ongeval.

Tabel 1. De verdeling van open en gesloten fracturen naar de oorzaak van het ongeval.

	motorfiets en brom- fiets	overig verkeer	voetbal	overige oorzaken	totaal
gesloten fracturen	26	15	22	21	84
open fracturen	53	17	1	8	79
totaal	79	32	23	29	163

Van het totaal van 163 fracturen, is 68% in het verkeer ontstaan. Van de 79 open fracturen is 88% in het verkeer ontstaan, waarvan 66% door een ongeval met een bromfiets of motor (zie tabel 1). Het bromfietsongeval speelt — met name in Nederland — een belangrijke rol in de aetiologie van de onderbeenfractuur.

De fracturen, die ontstaan op het voetbalveld, zijn slechts zelden open.

De leeftijd.

Tabel 2. De leeftijdsopbouw en de verdeling over open en gesloten fracturen.

	16-25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85	totaal	gemiddelde leeftijd
gesloten fracturen	40	15	9	7	8	3	2	84	32,3 jr.
open fracturen	54	8	9	4	2	2		79	26 jr.
totaal	94	23	18	11	10	5	2	163	29,3 jr

De gemiddelde leeftijd van de patiënten is 29,3 jaar. Verdere opvallende gegevens zijn:

- 57% van de patiënten bevindt zich in de leeftijdsgroep van 16 tot 25 jaar (de ondergrens van 16 jaar is gekozen omdat vanaf die leeftijd het bromfietsrijden is toegestaan).
- Bij patiënten beneden 25 jaar komen meer open fracturen voor dan bij patiënten boven 25 jaar (statistisch significant).
54 van de 79 open fracturen komen voor beneden het vijfentwintigste jaar en ondanks de omstandigheid dat 57% van de patiënten jonger is dan 25 jaar, is dit aantal van 54 open fracturen toch groter dan op grond van toeval verwacht mocht worden.

De verklaring voor deze gegevens is de volgende:

Onder de oorzaak van het ongeval werd vermeld dat het bromfietsongeval een zeer belangrijke rol speelt in de aetiologie van de onderbeenfractuur. De gemiddelde leeftijd van de bromfietser drukt een stempel op de gemiddelde leeftijd van het gehele onderzoeksmateriaal, in die zin dat daardoor de gemiddelde leeftijd daalt.

Dit is geen uitzonderlijke bevinding van dit onderzoek. Vele auteurs komen tot de conclusie dat ongevallen met twee-wielige motorvoertuigen voornamelijk veroorzaakt worden door berijders uit de leeftijdsgroep rond het twintigste jaar (Hartmann 1955, Bothwell 1962, Bäckström 1963, Ryan 1967, Sevitt 1968). Norman (1962) vermeldt nog, dat naarmate de ervaring met de motorfiets toeneemt, de kans op een ongeval afneemt. Dit lijkt ons juist. De eerste uren en dagen zijn voor de jeugdige bromfietser de gevaarlijkste. Enkele ongevallen met de bromfiets in dit onderzoek gebeurden op de dag, waarop de berijder in het bezit kwam van zijn bromfiets.

Het geslacht.

Overeenkomstig de literatuur overheerst het aantal mannen sterk. De verdeling is als volgt: 29 vrouwen en 134 mannen.

De rechts-links verdeling.

Bij 87 patiënten is de fractuur rechts en bij 76 patiënten is de fractuur links gelocaliseerd.

Het optreden van een of meer andere letsels naast de fractuur van het onderbeen.

Tabel 3. De verdeling van de nevenletsels bij open en gesloten onderbeenfracturen.

Nevenletsels	Bij patiënten met gesloten onderbeenfr.	Bij patiënten met open onderbeenfr.	Totaal
Hersenletsels	13	25	38
Hoofdwonden (zonder hersenletsel)	6	6	12
Maxillo-faciale letsels	1		1
Mandibulafractuur	1		1
Fractuur cervicale w.k.		1	1
Letels plexus brachialis		3	3
Letels schouder, arm en hand	6	13	19
Thorax trauma	1	1	2
Trauma abdomen		2	2
Bekkenfractuur		1	1
Femurfractuur homolateraal	5	9	14
Femurfractuur contralateraal		2	2
Patellafractuur	1		1
Fractuur voetskelet	4	2	6
Enkelfracturen (niet bij spiraalfracturen)	3	3	6
Totaal aantal letsels	41	68	109
Aantal patiënten met nevenletsels	30 (36%)	46 (57%)	76 (47%)
Aantal patiënten zonder nevenletsels	54	33	87

Nevenletsels bleken bij 76 patiënten aanwezig te zijn (47 %). Bij de open fracturen was dit zelfs 57 %. Ongetwijfeld wordt dit verklaard door het hoge percentage verkeers-

ongevallen, dat oorzaak was van een onderbeenfractuur. In tabel no. 3 zijn de aantallen patiënten opgenomen, die het ongeval overleefden.

Een frequente combinatie van letsels is het voorkomen van een schedeltrauma te zamen met fracturen van de extremiteiten.

In het algemeen werden bij patiënten met verscheidene fracturen de andere fracturen ook zo spoedig mogelijk gestabiliseerd. Bij een combinatie van een femurfractuur en een onderbeenfractuur werden beide fracturen in één zitting gestabiliseerd. De femurfractuur werd gepend volgens Küntscher en de onderbeenfractuur werd gefixeerd met de fixateur externe van Hoffmann.

In het volgende hoofdstuk komt onder andere ter sprake het moment van mobiliseren van de patiënt met een onderbeenfractuur. Het zal duidelijk zijn dat nevenletsels, zoals het schedeltrauma en andere fracturen dan de onderbeenfractuur, een vertragende invloed kunnen hebben op het tijdstip waarop de patiënt met een onderbeenfractuur gemobiliseerd kan worden.

Samenvatting en conclusie.

De samenstelling van patiëntengroepen met onderbeenfracturen wordt in ons land voor een belangrijk deel bepaald door de verkeerssituatie.

De verkeersdeelnemers uit de leeftijdsgroep rond het twintigste jaar zijn absoluut het frequentst bij verkeersongevallen betrokken (Per Hansson 1974). Gezien het hoge percentage letsels (30%) van de onderste extremiteiten die volgens Göglér (1971) daarbij optreden, is het niet verwonderlijk dat in ons onderzoek de patiënten uit de leeftijdscategorie rond het twintigste jaar eveneens sterk vertegenwoordigd zijn. Het percentage onderbeenfracturen, dat door een verkeersongeval werd veroorzaakt, varieert in de dissertaties van Bender (1970), Swaan (1970) en Van Straaten (1974) van 53 tot 62 %. In ons onderzoek bedroeg dit percentage 68 %. Bij verkeersongevallen ontstaan relatief meer open fracturen dan bij andere oorzaken van onderbeenfracturen. Het percentage open fracturen in ons onderzoek bedraagt 48 % en is hoger dan het percentage open fracturen in bovenstaande dissertaties. Het hoge percentage open fracturen en de betrekkelijk lage gemiddelde leeftijd van de patiënten kunnen gedeeltelijk verklaard worden door het hoge percentage verkeersongevallen, dat oorzaak was van de fracturen. Verkeersongevallen veroorzaken over het algemeen juist de ernstigste open fracturen (Swaan 1970). Er zijn dan ook geen termen aanwezig om te veronderstellen dat de patiënten in dit onderzoek niet geschikt zouden zijn voor een onderzoek naar de mogelijkheid om infectieuze complicaties bij onderbeenfracturen te voorkomen.

Hoofdstuk 5. Gegevens over de behandeling.

1. Inleiding.
2. Conservatief behandelde fracturen.
3. Operatief behandelde fracturen.
4. Positieveranderingen van de fractuur.
5. Secundaire ingrepen in de fractuurzone om consolidatie van de fractuur te verkrijgen.
6. Infecties rond de borschroeven.
7. Zenuwletsels en ischaemische contracturen.
8. Stoornissen in de wondgenezing.
9. Amputaties.

1. Inleiding.

In het eerste gedeelte van dit hoofdstuk worden de gegevens over de wijze van behandeling van de fracturen en de duur van deze behandelingen weergegeven.

In het tweede gedeelte komen de complicaties ter sprake.

In hoofdstuk 1 is als algemeen principe van de behandeling van onderbeenfracturen naar voren gebracht, dat bij opname van de patiënt gestreefd wordt naar een definitieve behandeling; de primaire behandeling beoogt een definitieve behandeling te zijn.

Bij de opsomming van de gegevens over de behandeling die hieronder volgt, zal blijken dat van de 111 patiënten die met de fixateur externe behandeld zijn, 24 patiënten primair behandeld zijn met een gipsachterspalk of een tractie-gipsverband (draadextensie door de calcaneus met toevoeging van een achterspalk). Dit is niet in overeenstemming met het hierboven gestelde principe. Wegens toenemende dislocatie van de fractuur in het gipsverband werd bij deze 24 patiënten de conservatieve behandeling omgezet in een behandeling met de fixateur externe. Dat wil niet zeggen dat een conservatieve voortzetting van de therapie niet mogelijk zou zijn geweest. Het komt er op neer dat, wanneer een repositie wegens toenemende dislocatie in het gipsverband moest plaatsvinden, de behandeling voortgezet werd met de fixateur externe van Hoffmann. Dit is in overeenstemming met de algemene indicatie-stelling dat niet-stabiele fracturen behandeld worden met de fixateur externe.

In de latere jaren van het onderzoek werd bij de minste twijfel over de stabiliteit van de fractuur, de behandeling gestart met de fixateur externe, waardoor verandering van behandelingsmethode in de latere jaren minder is voorgekomen.

Naarmate de onderzoekjaren verstreken, is dan ook het streven naar een definitieve behandeling bij opname meer en meer gerealiseerd.

Er is dus sprake geweest van een overgangperiode waarin de indicatie voor de fixateur externe steeds eerder, zo mogelijk bij opname, werd gesteld.

Het vroeg stellen van de indicatie voor de fixateur externe heeft overigens niet geleid tot een aanzienlijke uitbreiding van de indicatie voor de fixateur externe.

Onderstaande tabel (no. 4) geeft de indeling weer van de fracturen over de onderzoekjaren en de behandelingsmethoden.

Tabel 4. De verdeling van de fracturen over de onderzoekjaren en de behandelingsmethoden.

	Conservatief	Fixateur externe	Totaal
Van 1 sept. 1969	5	2	7
1970	14	26	40
1971	10	27	37
1972	12	33	45
tot 1 sept. 1973	7	23	30
Totaal	48	111	159

De tabel laat zien dat er sprake is geweest van een geringe uitbreiding van de indicatie voor de fixateur externe. De uitbreiding is overigens zo gering dat deze statistisch niet significant is.

In de beginperiode van het onderzoek werden nog 5 patiënten behandeld met een A.O.-plaat. Een van deze patiënten werd, wegens het ontstaan van huidnecrose boven de plaat, na veertien dagen behandeld met de fixateur externe. Het betrof hier een open fractuur. Deze fractuur is ondergebracht bij de open fracturen die met de fixateur externe werden behandeld. Wanneer in het vervolg sprake is van 159 fracturen, dan zijn de 4 fracturen die uitsluitend met een A.O.-plaat werden behandeld, buiten beschouwing gelaten.

2. Conservatief behandelde fracturen (aantal 48).

Gesloten fracturen: aantal 34.

Voorbehandeling met tractiegipsverband. Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk vermeld, zijn in de eerste periode van het onderzoek ook minder stabiele fracturen conservatief behandeld. Bij deze fracturen werd het tractiegipsverband toegepast. 6 patiënten werden voorbehandeld met deze methode. Deze 6 fracturen vertoonden bij opname dislocatie* (driemaal graad 1, tweemaal graad 2 en eenmaal graad 3). De behandeling met het tractiegipsverband duurde in al deze gevallen korter dan veertien dagen. De behandeling werd zo spoedig mogelijk voortgezet met een bovenbeensgips.

Voorbehandeling met achterspalk. De overige 28 fracturen werden bij opname behandeld met een achterspalk. Het been werd hooggelegd en na een week werd de spalk vervangen door een bovenbeens-loopgips.

*) In dit hoofdstuk worden de begrippen dislocatiegraad, wondgrootte en fractuurtype gebruikt. Het zijn de anatomische kenmerken van de fractuur. Een nadere verklaring ervan vindt men in hoofdstuk 6, blz. 56 t/m 58 en hoofdstuk 8, blz. 109.

Mobiliseren
en belasten.

Na aanleggen van het bovenbeens-loopgips werd de patiënt zo snel mogelijk gemobiliseerd. De stabiliteit van de fractuur is de voornaamste maatstaf voor de beantwoording van de vraag of de fractuur ook belast kan worden.

Onderstaande tabel geeft weer: het moment van belasten van de 34 gesloten, conservatief behandelde fracturen.

Binnen 2 weken : 12 fracturen.
Tussen 2 en 4 weken : 7 fracturen.
Tussen 4 en 6 weken : 7 fracturen.
Tussen 6 en 10 weken : 8 fracturen.

Hieruit blijkt dat het vroeg belasten van de fracturen niet altijd gerealiseerd werd. De oorzaak hiervan lag in het feit dat in de beginperiode van het onderzoek minder stabiele fracturen nog conservatief werden behandeld of in de aanwezigheid van nevenletsels die het behandelingsschema doorkruisten (hersenletsels en andere fracturen dan onderbeenfracturen).

Consolidatieduur.

Onder consolidatieduur verstaan we de periode vanaf het ongeval tot het moment waarop het gipsverband definitief wordt verwijderd. De consolidatieduur is bepaald in weken. De patiënten werden steeds een bepaald aantal weken na het ongeval poliklinisch gecontroleerd. Halve weken werden naar boven afgerond. De gemiddelde consolidatieduur van de 34 gesloten, conservatief behandelde fracturen bedroeg 12,3 weken. De kortste consolidatieduur bedroeg 7 weken en de langste consolidatieduur bedroeg 19 weken.

Open fracturen: aantal 14.

Voorbehandeling
met
tractiegipsverband.

6 fracturen werden voorbehandeld met een tractiegipsverband (drie fracturen met dislocatiegraad 3 en drie fracturen met dislocatiegraad 1). Drie fracturen werden langer dan veertien dagen met een tractiegipsverband voorbehandeld.

Voorbehandeling
met achterspalk.

De overige 8 fracturen werden voorbehandeld met een gips-achterspalk. Na wondgenezing werden deze fracturen behandeld met een bovenbeens-loopgips.

Mobiliseren
en belasten.

Onderstaande tabel geeft weer: het moment van belasten van de fracturen.

Binnen 2 weken : 1 fractuur.
Tussen 2 en 4 weken : 5 fracturen.
Tussen 4 en 6 weken : 0 fracturen.
Tussen 6 en 10 weken : 8 fracturen.

Vooral bij de open fracturen geldt dat nevenletsels het behandelingsschema doorkruisen.

Consolidatieduur.	De gemiddelde consolidatieduur van de 14 open, conservatief behandelde fracturen bedroeg 13,1 weken. De kortste consolidatieduur bedroeg 7 weken en de langste 20 weken.
Opnameduur.	De gemiddelde opnameduur van alle 48 conservatief behandelde fracturen bedroeg 22,5 dagen, met een spreiding van 2 tot 77 dagen. De opnameduur heeft niet alleen betrekking op de behandeling van de onderbeenfractuur. Nevenletsels en vooral ook sociale indicaties zijn vaak oorzaak van langdurige opnamen.

3. Operatief behandelde fracturen: aantal 111.

Gesloten fracturen, behandeld met de fixateur externe van Hoffmann: aantal 49.

Voorbehandeling met tractiegipsverband.	Slechts één fractuur werd voorbehandeld met een tractiegipsverband, de behandeling werd binnen een week voortgezet met de fixateur externe (dislocatiegraad 3).												
Voorbehandeling met achterspalk.	16 fracturen werden bij opname behandeld met een achterspalk. Dit betreft een betrekkelijk grote groep fracturen, waarbij aanvankelijk een conservatieve therapie werd toegepast, maar waarbij de behandeling na enkele dagen (ten hoogste veertien) omgezet werd in een behandeling met de fixateur externe. Toenemende dislocatie van de fractuur in het gipsverband is de reden geweest, de behandeling voort te zetten met de fixateur externe.												
Tijdstip fixatie met fixateur externe.	<table> <tr> <td>Binnen 6 uur na ongeval</td><td>: 21 fracturen.</td></tr> <tr> <td>Tussen 6 en 10 uur na ongeval</td><td>: 1 fractuur.</td></tr> <tr> <td>Meer dan 10 uur na ongeval</td><td>: 10 fracturen.</td></tr> <tr> <td>Meer dan 24 uur na ongeval</td><td>: 7 fracturen.</td></tr> <tr> <td>Meer dan 1 week na ongeval</td><td>: 10 fracturen.</td></tr> <tr> <td>Totaal</td><td>: 49 fracturen.</td></tr> </table>	Binnen 6 uur na ongeval	: 21 fracturen.	Tussen 6 en 10 uur na ongeval	: 1 fractuur.	Meer dan 10 uur na ongeval	: 10 fracturen.	Meer dan 24 uur na ongeval	: 7 fracturen.	Meer dan 1 week na ongeval	: 10 fracturen.	Totaal	: 49 fracturen.
Binnen 6 uur na ongeval	: 21 fracturen.												
Tussen 6 en 10 uur na ongeval	: 1 fractuur.												
Meer dan 10 uur na ongeval	: 10 fracturen.												
Meer dan 24 uur na ongeval	: 7 fracturen.												
Meer dan 1 week na ongeval	: 10 fracturen.												
Totaal	: 49 fracturen.												
Percentage oefenstabiliteit.	Onder oefenstabiliteit wordt verstaan: de situatie waarbij de patiënt zijn enkel en knie vanaf de eerste dag na fixatie met de fixateur externe vrij kan bewegen. Bij één patiënt werd de stabiliteit van de fractuur onvoldoende geacht en werd een gipsverband toegevoegd. Bij 48 fracturen is oefenstabiliteit bereikt, 98 %.												
Duur van de behandeling met fixateur externe.	De gemiddelde duur van de behandeling met de fixateur externe bedroeg 10,3 weken, met een spreiding van 7 tot 17 weken (één patiënt uitgezonderd). De periode waarin de fractuur voorbehandeld werd met een gipsverband, is inbegrepen in de periode waarin de fractuur behandeld werd met de fixateur externe.												
Tijdstip van mobiliseren en belasten met fixateur externe.	De eerste week werd het been hoog gelegd. Na een week mocht de patiënt naast het bed op een stoel zitten en na veertien dagen werd onbelast lopen toegestaan met twee elleboogsteunen. Voor												

elke patiënt werd afzonderlijk beoordeeld of partieel belasten* van de fractuur kon worden toegestaan. Hiervoor zijn geen objectieve criteria aan te geven.

Fracturen die na een anatomische repositie, vaak door verhaking, zeer stabiel bleken, werden eerder belast (tussen 2 en 6 weken).

Na 6 weken neemt de stabiliteit van de fractuur toe door voortschrijdende consolidatie, hetgeen partieel belasten bij deze fracturen mogelijk maakt. In het algemeen werd zeer grote voorzichtigheid in acht genomen met het toestaan van partieel belasten. Wanneer het belasten van de fractuur werd toegestaan, vond na een week controle van de patiënt plaats. Positieveranderingen van de fractuur of het optreden van pijn wijzen erop, dat het belasten van de fractuur nog verder uitgesteld moet worden.

Onderstaande tabel laat het moment van belasten van de 49 gesloten fracturen zien.

Binnen 14 dagen	: 0 fracturen.
Tussen 2 en 4 weken	: 3 fracturen.
Tussen 4 en 6 weken	: 25 fracturen.
Tussen 6 en 10 weken	: 21 fracturen.

Totaal	: 49 fracturen.
--------	-----------------

Duur van de nabehandeling met een loopgips.

Na verwijdering van de fixateur externe werd de behandeling voortgezet met een bovenbeens-loopgips. De patiënt werd aangespoord te lopen zonder elleboogsteunen. De gemiddelde duur van de nabehandeling met een loopgips bedroeg 5,7 weken, met een spreiding van 0 tot 20 weken.

Consolidatieduur.

Hieronder wordt verstaan: de periode vanaf het ongeval tot het moment waarop het laatste gipsverband wordt verwijderd. De consolidatieduur bestaat uit de periode waarin de fractuur gestabiliseerd is met de fixateur externe, te zamen met de periode waarin de fractuur nabehandeld wordt met een bovenbeens-loopgips. De gemiddelde consolidatieduur bedroeg 16 weken, met een spreiding van 10 tot 32 weken.

Opnameduur.

De gemiddelde opnameduur van de 49 patiënten bedroeg 26,8 dagen, met een spreiding van 4 tot 145 dagen.

Open fracturen behandeld met de fixateur externe van Hoffmann: aantal 62.

Voorbehandeling met tractiegipsverband. 3 fracturen werden voorbehandeld met een tractiegipsverband (twee fracturen met een dislocatiegraad 3 en één fractuur met een dislocatiegraad 2).

*) De patiënten kregen de instructie de getroffen extremiteit gedurende de eerste weken slechts met 20 kg te belasten. Door middel van het met de voet druk uitoefenen op een weegschaal, kan geleerd worden wat 20 kg bodemdruk betekent.

De behandeling werd bij deze drie fracturen binnen een week voortgezet met de fixateur externe (één fractuur werd binnen 24 uur behandeld met de fixateur externe.)

Voorbehandeling met achterspalk. 3 fracturen werden voorbehandeld met een achterspalk. Twee van deze drie zijn binnen een week en één na een week behandeld met de fixateur externe.

Primaire behandeling met een A.O.-plaat. Eén patiënt met een open fractuur werd bij opname behandeld met een A.O.-plaat. Het ontstaan van diepe huidnecrose boven de plaat was de indicatie om de plaat te verwijderen en de behandeling voort te zetten met de fixateur externe.

Tijdstip fixatie met de fixateur externe.

Binnen 6 uur na ongeval	: 48 fracturen.
Tussen 6 en 10 uur na ongeval	: 4 fracturen.
Tussen 10 en 24 uur na ongeval	: 4 fracturen.
Meer dan 24 uur na ongeval	: 4 fracturen.
Meer dan 1 week na ongeval	: 2 fracturen.

Totaal : 62 fracturen.

Percentage oefenstabiliteit. Bij vier patiënten werd naast de fixateur externe ook een gipsverband aangelegd om de stabiliteit te verhogen. Dit betrof twee patiënten met een verbrijzeling over een grote lengte van de tibia en twee patiënten met een fractuur op meer dan één niveau van de tibia. Oefenstabiliteit werd bereikt bij 58 patiënten, 94 %.

Duur van de behandeling met de fixateur externe. De gemiddelde duur van de behandeling met de fixateur externe bedroeg 11,6 weken, met een spreiding van 3 tot 20 weken.

Mobiliseren en belasten met fixateur externe. De patiënt met een open fractuur kreeg bedrust voorgeschreven tot volledige wondgenezing had plaatsgevonden. Daarna werd de patiënt gemobiliseerd. Ook hier werd van geval tot geval beoordeeld of belasten kon worden toegestaan. Hieronder een tabel waarin het moment van belasten wordt weergegeven.

Binnen 14 dagen	: 1 fractuur.
Tussen 2 en 4 weken	: 5 fracturen.
Tussen 4 en 6 weken	: 14 fracturen.
Tussen 6 en 10 weken	: 36 fracturen.
Niet belast met fixateur	: 6 fracturen.

Totaal : 62 fracturen.

Duur van de behandeling in een gipsverband. De gemiddelde duur van de nabehandeling met een bovenbeens-loopgips bedroeg 8,6 weken, met een spreiding van 0 tot 45 weken.

Consolidatieduur. De gemiddelde consolidatieduur bedroeg 20,3 weken, met een spreiding van 10 tot 56 weken.

Opnameduur. De gemiddelde opnameduur van deze 62 patiënten bedroeg 41,7 dagen, met een spreiding van 7 tot 135 dagen.

4. Positieveranderingen van de fractuur.

As- en rotatiecorrecties tijdens de fixatie van de fractuur met de fixateur externe.

Tijdens de opname van de patiënt werd met behulp van röntgenfoto's of door vergelijking met het andere been nagegaan, of een as- of rotatiecorrectie gewenst was. Deze correcties vonden steeds plaats binnen vier weken. Daar met name bij gesloten fracturen het bepalen van de juiste rotatiestand moeilijk is, werd hieraan bij de repositie de grootst mogelijke zorg besteed.

De volgende secundaire correcties werden uitgevoerd.

Gesloten fracturen : ascorrectie : 2 patiënten
rotatiecorrectie : 2 patiënten
Gemiddelde consolidatieduur van deze vier fracturen: 16,6 weken.

Open fracturen : ascorrectie : 7 patiënten
rotatiecorrectie : 3 patiënten
schroefverplaatsing : 2 patiënten
Gemiddelde consolidatieduur van deze twaalf open fracturen: 20,2 weken.

Bij deze correcties werd in totaal veertien maal narcose gegeven. De consolidatieduur van de fracturen werd door secundaire correcties niet beïnvloed, want de consolidatieduur van deze fracturen verschilt niet van de consolidatieduur van de overige open of gesloten fracturen. Bij de open fracturen werden bij 2 patiënten schroeven geplaatst. Een gedeelte van deze noodzakelijke correcties was het gevolg van een minder goed uitgevoerde techniek.

Operatieve repositie.

Bij één patiënt werd tijdens de eerste behandeling met de fixateur externe geen goede repositie verkregen. Een volledige dislocatie van een 'lang/schuine' fractuur bleef bestaan.

Na veertien dagen werd een open repositie uitgevoerd, waarbij de botschroeven van de eerste operatie niet verplaatst werden. Een anatomische repositie werd verkregen en de consolidatieduur van de fractuur bedroeg 15 weken.

Verlies van stabiliteit tijdens de behandeling met de fixateur externe van Hoffmann.

Door verlies van stabiliteit van de fractuur, treedt een verandering van de stand van de fractuur op. Deze verandering van de stand is uiteraard ongewenst.

Tijdens de fase van bedrust werd bij twee fracturen een hernieuwde dislocatie van de fractuur waargenomen. Het is mogelijk dat verlies van stabiliteit optrad, doordat de vleugelmoeren van de kogelgewrichten of de bouten van de klemplaat van de fixateur onvoldoende waren vastgedraaid. De dislocatie werd bij deze twee patiënten

opgeheven en de oefenstabiliteit is daarna hersteld.

Tijdens de fase van partieel belasten trad bij drie fracturen verlies van stabiliteit op. Dit werd geconstateerd gemiddeld omstreeks de achtste week van de behandeling. Daar de indruk bestond dat deze patiënten de fractuur overbelastten, werd bij hen de behandeling na ascorrectie voortgezet met een bovenbeens-loopgips.

Van de instructies die gegeven worden, hoe het been met twee elleboogsteunen te ontlasten, komt soms weinig terecht. De meeste patiënten die met een fixateur externe gemobiliseerd worden, zijn instinctief voorzichtig, soms té voorzichtig. Enkele patiënten daarentegen komen op controle zonder stokken en vertellen stoer dat het zo ook gaat.

Conclusie:

Het is een groot voordeel van de methode dat correcties van de techniek zonder risico's kunnen worden uitgevoerd. Osteosynthese door middel van externe fixatie is minder onherroepelijk dan interne osteosynthese.

5. Secundaire ingrepen in de fractuurzone om consolidatie van de fractuur te verkrijgen.

Bij de conservatief behandelde fracturen werden geen secundaire ingrepen verricht. Ook de gesloten fracturen, behandeld met de fixateur externe behoefden geen secundaire ingrepen.

Bij de open fracturen, behandeld met de fixateur externe moesten de volgende secundaire ingrepen verricht worden.

a. Fibula-osteotomie. Twee patiënten, resp. 16 en 20 jaar, met een dwarse fractuur en een 'lang/schuine' fractuur. Het betrof twee fracturen met een vertraagde consolidatie. Na 30 weken werd een fibula-osteotomie verricht, waarna de fracturen consolideerden in respectievelijk 40 en 42 weken. Eén van deze patiënten had een primaire wondinfectie (zie pag. 51). De andere patiënt had mediaal onder de fractuur een drukplek ter grootte van een handpalm, welke met een Thiersch-plastiek werd behandeld.

b. Ingrepen in de fractuurzone van de tibia, aantal 3.

Patiënt Van L. Leeftijd 44 jaar. Gecomplieerde fractuur in onderste derde deel van de tibia, type: 'kort/schuin', kleine wond. Na repositie bleef een dislocatie van meer dan een halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing bestaan. Fixatie met de fixateur externe. Overmatige callus-ontwikkeling duidde op onvoldoende stabiliteit. Na 28 weken werd het gipsverband definitief verwijderd. Na 34 weken ontstond pijn ter hoogte van de fractuur en de fractuur ging doorbuigen.

Therapie: Decorticatie van de fractuur, fibularesectie en fixatie met de fixateur externe. Consolidatie in 55 weken, gerekend vanaf de dag van het ongeval.

Patiënte W. Leeftijd 44 jaar. Gecomplieerde onderbeenfractuur rechts, femurfractuur rechts, gecomplieerde humerusfractuur links, uitval plexus brachialis links en coma cerebri. De behandeling bestond uit: fixateur externe rechter onderbeen, Küntscher-pen rechter bovenbeen en een A.O.-plaat voor de linker bovenarm. Type onderbeenfractuur: 'kort/schuin'. Na 19 weken werd het gips definitief verwijderd en de fractuur werd als geconsolideerd beschouwd.

Na 10 maanden klaagde patiënte over haar rechter onderbeen en een röntgenfoto toonde een 'vasculaire-hypertrofische' pseudoarthrose met antecurvatie en varus-deformatie aan.

Therapie: A.O.-compressieplaat aan de convexe zijde van de deformatie. Consolidatie in anatomische stand in 56 weken, gerekend vanaf het ongeval.

Patiënt C. Leeftijd 44 jaar. Fractuur van het linker onderbeen op twee niveaus. De distale fractuur was open en er was verlies van botsubstantie, de wondrichting verliep dwars ten opzichte van het onderbeen en de wond was 16 centimeter lang. De nervus peroneus was bij deze patiënt primair gelaedeerd.

Therapie: Fixatie van de fractuur met de fixateur externe. Na genezing van de weke-delenletsels volgde na 10 weken een primaire botplastiek (crista bot) om het defect ter hoogte van de distale fractuur op te vullen. De fractuur werd na de botplastiek eveneens gefixeerd met de fixateur externe. Consolidatie van de fractuur na 28 weken, gerekend vanaf het ongeval. Herstel van de nervus peroneus is gedeeltelijk opgetreden.

Conclusie.

Het aantal secundaire ingrepen om consolidatie van een fractuur te verkrijgen is gering geweest (3%).

Bij één patiënt is een botplastiek noodzakelijk geweest; het betrof een fractuur met verlies van een aanzienlijk deel van de tibia. Omdat geen enkele fractuurzone was geïnfecteerd, ondervond de therapie ter verkrijging van consolidatie betrekkelijk weinig moeilijkheden.

6. Infecties rond de botschroeven.

Het optreden van infectie rond een Kirschnerdraad is algemeen bekend. Het verwijderen van de draad is voldoende om de infectie te bestrijden. Een fistel na een Kirschnerdraad komt weliswaar voor, maar is een zeldzaamheid. Kirschnerdraden worden meestal geboord in de buurt van gewrichten, zodat door bewegingen irritatie ontstaat rond de draad en infectie het gevolg is. De botschroeven van de fixateur externe worden bij de onderbeenfractuur in de facies medialis van de tibia geschroefd. De anteromediale zijde van de tibia is slechts bedekt door huid en deze huid verschuift bij bewegen van de naburige gewrichten niet over de tibia. Aan deze laatste situatie dankt de fixateur haar toepassingsmogelijkheid bij onderbeenfracturen. Irritatie rond de schroef treedt niet op door bewegingen van de naburige gewrichten. Er treedt slechts irritatie rond de schroef op, indien spanning in de huid aanwezig is rond de schroef. Na het plaatsen van de fixateur externe moet gecontroleerd worden, of bedoelde spanning optreedt. Zonodig kan dan een ontspannende incisie gemaakt worden.

Toch is de kans op infectie rond de schroeven niet gering. De methode van externe fixatie ondervindt juist kritiek op dit punt. Om de betekenis van de infectie rond de schroeven op haar waarde te bepalen, volgt nu eerst een beschrijving van het klinische beeld van wat zich rond de schroef kan afspelen. Vervolgens komt dan ter sprake wat een eventuele infectie voor de fractuurbehandeling betekent en vooral wat dit voor gevolgen heeft voor de patiënt.

Wij kunnen de volgende mogelijkheden onderscheiden:

Geen reactie van de weefsels.

Bij het verwijderen van de fixateur blijkt niet de minste roodheid rond de schroef te bestaan. De huid is droog en rond de schroef bevinden zich plastic schilfertjes (spray effect), die schuin tegen de schroef oplopen. Dit beeld werd in 77,5 % van de schroeven gevonden.

Roodheid van de huid rond de schroef.

Deze roodheid kan zich uitstrekken over een straal van enkele millimeters tot een halve centimeter. De huid is niet zichtbaar oedemateus en er is geen afscheiding rond de schroef. Bij één op de vijf schroeven werd dit beeld gezien, dat is 20% van alle schroeven. Hoffmann beschrijft dit beeld bij 10% van de schroeven. Dit verschijnsel dat men constateert bij het verwijderen van de fixateur, heeft overigens nooit aanleiding gegeven tot het ontstaan van een infectie met pus in een latere fase. Het heeft dus voor de fractuurbehandeling en voor de patiënt geen betekenis.

Roodheid, zwelling, pijn en afscheiding.

De roodheid kan zich uitstrekken over verscheidene centimeters, met zwelling en afscheiding van pus rond de schroef. Hier is zonder enige twijfel sprake van een infectie. Werd een infectie gediagnostiseerd, dan werd de fixateur indien mogelijk nog dezelfde dag of anders de volgende ochtend verwijderd. Het merendeel van deze infecties genas binnen enkele dagen na het verwijderen van de fixateur.

In totaal werd bij 17 patiënten een infectie rond een van de schroeven geconstateerd (17 van de 666 schroeven, 2,5%). In onderstaande tabellen (nr. 5 en 6) zijn enkele gegevens over deze patiënten vermeld. Noch bij gecompliceerde, noch bij ongecompliceerde fracturen, behandeld met de fixateur externe, is een duidelijke invloed te constateren op de totale behandelingsduur, op de duur van de behandeling met de fixateur of op de gemiddelde verpleegduur, veroorzaakt door een infectie rond de schroef. Uit de geringe verschillen in duur van de behandeling met de fixateur, bij patiënten met een infectie rond een schroef en patiënten zonder een infectie rond een schroef blijkt, dat het opmerken van de infectie vaak samenviel met het moment waarop volgens het behandelingsschema de fixateur verwijderd zou moeten worden.

In de beginperiode van het onderzoek werd bij één patiënt echter reeds na één week na fixatie met de fixateur externe een infectie rond de meest proximale schroef geconstateerd. Deze patiënte was zeer snel (enkele dagen na het ongeval) gemobiliseerd. Door deze ervaring zijn wij terughoudend geworden ten opzichte van het vroeg mobiliseren van patiënten met een fixateur externe.

Nadat de eerste patiënten met een infectie rond een schroef klinisch gecontroleerd waren, waarbij geconstateerd werd dat de infectie direct genas na het verwijderen van de fixateur, werden de patiënten met een infectie niet meer opgenomen.

De behandeling van de infectie bestond uit het verwijderen van de fixateur, het afdekken van de ontsteking met een gaas gedrenkt in furacine® en het aanleggen van een bovenbeens-loopgips. Antibiotica werden niet toegediend. Na een week rust werden deze patiënten gemobiliseerd. Er werd geen luikje in het gips gemaakt. De infectie werd pas gecontroleerd bij het definitief verwijderen van het gipsverband. Bij drie van deze zeventien patiënten bestond bij het definitief verwijderen van het gipsverband een fistel van het schroefkanaal.

Tabel 5. Infecties rond een schroef bij niet-gecompliceerde fracturen, behandeld met de fixateur externe.

	Aantal	Gemiddelde totale behandelingsduur in weken	Gemiddelde behandelingsduur fixateur externe in weken	Gemiddeld aantal verpleegdagen.
Geen infectie	42	15,6	10,3	26,7
Met infectie	7	18	10	30
Totaal	49	16	10,2	26,8

Tabel 6. Infecties rond een schroef bij gecompliceerde fracturen, behandeld met de fixateur externe.

	Aantal	Gemiddelde totale behandelingsduur in weken	Gemiddelde behandelingsduur fixateur externe in weken	Gemiddeld aantal verpleegdagen
Geen infectie	52	20,8	12,4	44,3
Met infectie	10	16,8	9,2	28
Totaal	62	20,3	11,6	41,7

Osteïtis rond de schroef.

De drie patiënten waarbij de infectie niet direct genas na het verwijderen van de fixateur, hebben respectievelijk een half jaar, een jaar en twee jaar een intermitterende fistel gehad. Bij twee patiënten werd operatief een exploratie van de fistel gedaan, waarbij een zeer oppervlakkig gelegen, speldeknop groot, sequestertje werd gevonden. De patiënt, waarbij de fistel twee jaar bestaan heeft, weigerde een exploratie. Bij de eindcontrole van de patiënten waren alle fistels dicht.

Waarschijnlijk is ook bij de patiënt, waarbij de fistel twee jaar heeft bestaan, spontaan een sequester uitgestoten.

Wanneer de fistel langere tijd blijft bestaan, is röntgenologisch een verwijding van het schroefkanaal waarneembaar.

Conclusies betreffende de infecties rond de botschroeven.

1. Reacties van de weke delen rond de botschroef waren talrijk. Een lichte roodheid van de huid, zich uitstrekkende over enkele millimeters, kan opgevat worden als een infectie in een fase waarin een succesvolle verdediging door de weefsels mogelijk is. Dit beeld trad op bij 20% van het aantal schroeven.

2. Een infectie rond de botschroef heeft in ons materiaal nimmer een infectie van de fractuur veroorzaakt.

3. Een infectie met infiltraat en pusvorming is bij onze patiënten bij 17 schroeven (17 van de 666, is 2,5%) opgetreden. Het beleid was erop gericht bij constatering van deze infectie de fixateur te verwijderen. Het voortzetten van de behandeling met een bovenbeens-loopgips is steeds mogelijk geweest, mede omdat bijna altijd de infectie rond de schroef optrad op het moment waarop volgens het behandelingsschema de fixateur verwijderd zou moeten worden.

In ons materiaal heeft een infectie rond een schroef geen invloed gehad op de consolidatie van de fractuur en evenmin op het functionele eindresultaat van de behandeling. Van de zeventien patiënten met een infectie en pusvorming rond een schroef, hebben drie een tijdelijke fistel gehad van het schroefkanaal. Ook in deze gevallen is een volledige genezing opgetreden.

Bij het na-onderzoek werden geen restverschijnselen van de schroefkanalen gevonden. De opgetreden infectieuze complicaties door de fixateur externe waren steeds mild van aard en genazen spontaan.

Het blijkt dus, dat het risico van een infectie rond een botschroef van de fixateur externe van Hoffmann geen contra-indicatie is voor de toepassing van de methode bij de behandeling van onderbeenfracturen.

7. Zenuwletsels en ischaemische contracturen.

Nervus peroneus communis.

Bij één patiënt werd een uitval van de zenuw bij opname gediagnostiseerd. Het betrof een patiënt met een fractuur van de tibia op twee niveaus, waarbij een zeer hoge fibulafractuur aanwezig was. De fractuur werd primair met de fixateur externe behandeld. Motorisch heeft de zenuw zich volledig hersteld, de sensibiliteit is nog gedeeltelijk gestoord.

Locale druk rond het proximale einde van de fibula door het gipsverband (2 patiënten), of door ligging van het been op een slede (1 patiënt), was de oorzaak van een zeer vluchtige parese bij drie patiënten. Twee van deze drie patiënten hadden eveneens een hoge fibulafractuur. Volledig herstel van de zenuw is in deze gevallen opgetreden.

Een van deze laatste drie patiënten werd primair met de fixateur externe behandeld. Daar de uitval veroorzaakt wordt door een trauma ter hoogte van het fibula-kopje, kan de fixateur externe niet verantwoordelijk gesteld worden voor een uitval van de nervus peroneus communis.

Nervus tibialis.

Eén patiënt met een gesloten fractuur in het onderste derde deel van de tibia na een voetbalongeval, had een uitval van de nervus tibialis. De uitval werd door de patiënt op de eerste hulp zelf opgemerkt. De zenuw heeft zich goed hersteld. De fractuur werd behandeld met de fixateur externe.

Ischaemische necrose en contracturen.

Hieronder worden een aantal functiestoornissen gerekend, waarvan de genese niet identiek is.

Contractuur door direct letsel van de spier (1 patiënt).

Door fibrosering van een gedeelte van de spier treedt een contractuur op.

Patiënt Van W. Een wond aan de voorzijde en aan de achterzijde van het been. Partiële

doorsnijding van de achillespees. Partiële ruptuur van de flexor digitorum longus. De vaatzenwubundel was ongedeerd. Fractuur primair gefixeerd met de fixateur externe. Na twee jaar bleef een lichte contractuur van de musculus flexor digitorum longus bestaan. Sporten en fysieke therapie hebben een gunstige invloed op de contractuur. Patiënt heeft weinig klachten.

Contractuur door circulatiestoornissen (1 patiënt).

Patiënt G. Ernstig open fractuur. Wond mediaal langs de tibia met een lengte van 23 centimeter. Na de primaire fixatie met de fixateur externe waren er geen tekenen van circulatiestoornissen. Een contra-incisie werd bij de primaire behandeling niet gemaakt. Er ontstond een wondinfectie met wondranddehiscentie. Na enkele weken bleek dat er een contractuur van de musculus flexor hallucis en van de musculus flexor digitorum communis aanwezig was. De voetarteriën waren toen palpabel. Bij deze patiënt hebben wij aangenomen dat de oorzaak van de contractuur een doorbloedingsstoornis is geweest, maar ook hier kan de contractuur veroorzaakt zijn door direct letsel van de betrokken spieren.

Een derde vorm van contracturen, die eveneens door ischaemie verklaard kan worden, is de beperkte beweeglijkheid van de grote teen.

Dit beeld werd bij drie patiënten geconstateerd, allen primair behandeld met de fixateur externe.

Patiënt B. Contractuur van de extensor hallucis met paraesthesieën in het spatium interdigitum 1 en 2. De contractuur werd opgeheven twee jaar na het ongeval, door een Z.-vormige verlenging van de musculus extensor hallucis tien centimeter boven het enkelgewricht. Het resultaat van deze ingreep zal eerst na verscheidene jaren kunnen worden vastgesteld.

Patiënt Van D. en patiënt I. Beide patiënten hebben een stoornis van de beweeglijkheid van de grote teen gehad, waarbij geen contractuur aanwezig was. De grote teen stond in middenstand. De stoornis was naar onze mening veroorzaakt door een tijdelijke extensiebeperking. De tijdelijke stoornis ging gepaard met paraesthesieën in het spatium interdigitum 1 en 2.

Samenvatting:

Behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe van Hoffmann heeft in dit onderzoek zeer waarschijnlijk geen zenuwuitval veroorzaakt.

Ischaemische contracturen zijn complicaties die bij alle behandelingsmethoden optreden. De frequentie van deze complicatie werd door Ellis (1958) in een onderzoek, gericht op deze complicatie, bepaald op 4%. Swaan (1970) vond in een na-onderzoek 4,5% ischaemische contracturen. Ellis (1958) toonde aan dat ischaemische contracturen voornamelijk veroorzaakt worden door ernstige traumata van het been. Hoe groter het inwerkende geweld, des te groter is de kans op een ischaemische contractuur.

In ons onderzoek bedroeg het percentage ischaemische contracturen 3%. Indien het onderzoek in een latere periode had plaatsgevonden, zouden de twee gevallen met een tijdelijke bewegingsbeperking van de grote teen niet zijn opgevallen en het percentage ischaemische contracturen zou dan bepaald zijn op 2%. Op grond van deze bevinding kan geconcludeerd worden, dat er geen enkele aanwijzing bestaat, als zou toepassing van de fixateur externe bij onderbeenfracturen een toeneming van het percentage ischaemische contracturen veroorzaken. We zijn eerder geneigd het tegenovergestelde voor juist te houden. De aantallen zijn echter zo klein, dat op grond van deze getallen geen conclusies zijn te trekken.

Drie patiënten vertoonden stoornissen van de beweeglijkheid van de grote teen. Bij twee

patiënten heeft deze stoornis zich voor een groot deel hersteld. Deze stoornissen in de beweeglijkheid van de grote teen komen in de dissertatie van Swaan (1970) in dezelfde frequentie voor als in ons onderzoek.

Watson Jones (1952), Bowden (1949) en Ellis (1958) maken eveneens melding van dit beeld. Bij onze patiënten diagnostiseerden we daarbij paraesthesieën in het spatium interdigitum 1 en 2, een teken dat ook de nervus peroneus profundus bij dit lijden betrokken was. Bij genoemde auteurs komt de fixateur externe als behandelingsmethode niet voor. Gezien nu de frequentie van de stoornissen van de beweeglijkheid van de grote teen na onderbeenfracturen bij alle behandelingsmethoden, kunnen we in ons onderzoek de fixateur externe niet zonder meer verantwoordelijk stellen voor deze stoornissen. De mogelijkheid dat de fixateur externe bij onze patiënten bij deze stoornissen een rol heeft gespeeld (door aanprikken van spier of zenuw) kan daarentegen ook niet geheel uitgesloten worden.

8. Stoornissen in de wondgenezing.

Onder stoornissen in de wondgenezing worden verstaan: primaire diepe wondinfecties en diepe huidnecrosen. Oppervlakkige necrosen werden buiten beschouwing gelaten. In dit onderzoek blijken de wondgenezingsstoornissen voornamelijk te bestaan uit diepe huidnecrosen. Bij gesloten fracturen kan een laesie van de huid overgaan in necrose van de huid, waardoor een wond ontstaat. De huidnecrosen bij gesloten fracturen bespreken we daarom bij de wondgenezingsstoornissen. Bij deze bespreking wordt de primaire behandelingsmethode vermeld, omdat juist de behandeling gedurende de eerste vierentwintig uur een beslissende invloed kan hebben op het ontstaan van diepe huidnecrose. Het constateren van huidnecrose was bovendien in enkele gevallen een indicatie om de conservatieve behandeling te wijzigen in een behandeling met de fixateur externe.

Gesloten fracturen (84 totaal).

De verdeling van de primaire behandeling en diepe huidnecrose was bij de gesloten fracturen als volgt:

Primaire behandeling	Diepe huidnecrosen	
Tractie-gipsverband	7	0
Gips-achterspalk	44	2
A.O.-plaat	1	0
Fixateur externe	32	0
Totaal	84	2

Twee patiënten bij wie diepe huidnecrose ontstond buiten de fractuurzone, hadden fracturen met weinig of geen dislocatie (graad 1 en graad 0). Beide waren dwarse fracturen (stabiele fracturen). Na excisie is de wond per granulationem genezen. De druk van het gipsverband heeft hier waarschijnlijk de necrose veroorzaakt.

De huidnecrose leidde niet tot ernstiger infectieuze complicaties. Van betekenis is, dat bij de fracturen die primair met een fixateur externe werden behandeld, geen diepe necrose is opgetreden, terwijl bij de beschrijving van de fracturen (hoofdstuk 6, het statistisch onderzoek) zal blijken dat de gesloten fracturen, met een fixateur externe behandeld, meer initiële dislocatie vertoonden dan de gesloten fracturen die conservatief werden behandeld.

Open fractures (79 totaal).

Bij de open fractures werd de volgende verdeling van primaire behandeling en wondgenezingsstoornissen gevonden:

Primaire behandeling		Wondgenezingsstoornissen
Tractie-gipsverband	8	3
Gips-achterspalk	11	3
A.O.-plaat	4	1
Fixateur externe	56	8
Totaal	79	15

Van de 15 patiënten met wondgenezingsstoornissen hadden 13 diepe huidnecrose en slechts 2 een primaire wondinfectie.

Het blijkt dat diepe huidnecrosen ons niet bespaard zijn gebleven. De oorzaak van de huidnecrose is niet altijd dezelfde. Het pathologisch substraat is ongetwijfeld een laesie van de huid. Primaire wondinfecties, incisies, drukkende verbanden en haematomen zijn even zoveel factoren die tot het manifest worden van de necrose bijdragen.

Het klinische beeld van de diepe necrose is evenmin altijd hetzelfde. De verschillen betreffen vooral de omvang van de necrose en de plaats van de necrose.

Diepe huidnecrose bij tractie-gipsverband (aantal 3).

Nadere omschrijving van deze fractures:

Dislocatie	: graad 1	— 2 fractures.
	graad 3	— 1 fractuur.
Fractuurtype	: dwars	— 2 fractures.
	comminutief	— 1 fractuur.
Wondgrootte	: grote wond	— 2 fractures.
	kleine wond	— 1 fractuur.

Eén patiënt vertoonde een necroseplek, ter grootte van een handpalm, niet in de onmiddellijke nabijheid van de wond (fractuur met dislocatiegraad 1). Deze fractuur werd gestabiliseerd met de fixateur externe, waarna de necrose werd geëxcideerd. Het ontstane defect werd daarna gedekt met een vrij transplantaat. De necrose was ontstaan door druk van het gipsverband op een gelaedeerde huid.

De twee andere gevallen betroffen wondrandnecrosen (oppervlak 5-10 cm²), die na excisie zijn genezen per granulationem. Verder waren er geen infectieuze complicaties.

Diepe necrose bij het gipsverband (aantal 3).

Nadere omschrijving van deze drie fractures:

Dislocatie	: graad 0	— 2 fractures.
	graad 1	— 1 fractuur.
Fractuurtype	: dwars	— 1 fractuur.
	'lang/schuin'	— 1 fractuur.
	comminutief	— 1 fractuur.

Wondgrootte	: grote wond	— 1 fractuur.
	kleine wond	— 2 fracturen.

Bij één patiënt werd een necroseplek ter grootte van een handpalm geconstateerd (dislocatiegraad 1), veroorzaakt door druk van het gipsverband. Ook hier werd de behandeling voortgezet met de fixateur externe, waarbij het huiddefect werd gedekt met een vrij transplantaat.

De twee andere gevallen betroffen weer wondrandnecrosen die na excisie zijn genezen per granulationem (5-10 cm²). Ook hier traden geen verdere infectieuze complicaties op.

Diepe huidnecrose na A.O.-plaatfixatie (aantal 1)

Nadere omschrijving van deze fractuur:

Dislocatie	: graad 3
Fractuurtype	: dwars
Wondgrootte	: kleine wond

De plaatfixatie werd onmiddellijk na opname uitgevoerd. De necrose bevond zich aangrenzend mediaal van het litteken dat in de lengterichting van de tibia verliep. De necrose had een oppervlak van meer dan 25 cm².

Therapie: Over het gehele fractuurgebied werd een fixateur externe aangebracht. Excisie van de necrose maakte de plaat zichtbaar, die daarna werd verwijderd. Met een transpositielap kon vervolgens het ontstane huiddefect gedekt worden. Dit alles geschiedde in één zitting. De fractuur consolideerde in 19 weken. Verder traden geen infectieuze complicaties op.

Wondgenezingsstoornissen bij primaire behandeling met de fixateur externe (aantal 8).

a. Diepe huidnecrose (aantal 6)

Nadere omschrijving van deze fracturen:

Dislocatie	: graad 3	— 4 fracturen.
	graad 2	— 2 fracturen.
Fractuurtype	: dwars	— 3 fracturen.
	comminutief	— 2 fracturen.
	'lang/schuin'	— 1 fractuur.
Wondgrootte	: grote wond	— 5 fracturen.
	kleine wond	— 1 fractuur.

De diepe necrosen waren wondrandnecrosen, die na excisie zijn genezen per granulationem. De necrosen waren klein van oppervlak, niet meer dan 5 tot 10 cm². Verdere infectieuze complicaties traden niet op.

b. Primaire diepe wondinfecties (aantal 2)

Primaire diepe infecties openbaren zich in de eerste dagen na het ongeval en gaan gepaard met koorts en de lokale verschijnselen van een ontsteking.

Bij beide patiënten traden wondrandnecrose en wonddehiscentie op, verschijnselen die in deze gevallen veroorzaakt zijn door de ontsteking.

Nadere omschrijving van deze fracturen:

Dislocatie	: graad 3	— 2 fracturen.
Fractuurtype	: dwars	— 1 fractuur.
	comminutief	— 1 fractuur.
Wondgrootte	: grote wond	— 2 fracturen.

Het betrof hier twee patiënten met een zeer ernstige open fractuur. Het ziekteverloop van deze patiënten was als volgt:

Patient Van L. Leeftijd 52 jaar. Wondlengte 26 centimeter in de lengterichting van de tibia. Verbrijzeling over grote afstand van de tibia (15 centimeter). Bij opname slechte circulatie van de voet. Epidurale anaesthesie. Enkele kleine tibiafragmenten zijn verloren gegaan. Na wondrandexcisie en wondtoilet en het maken van een contra-incisie is de wond gesloten. De fractuur werd gestabiliseerd met de fixateur externe. Er ontstond een wondinfectie met wondrandnecrose en wonddehiscentie. De fractuurfragmenten waren over een lengte van 9 centimeter in de wondbodem zichtbaar. Kweek: *escheria coli* en *pseudomonas aeruginosa*. Na 22 dagen werd de wond gesloten met een musculocutane-plastiek. Onder de lap werd gespoeld met Rolitetracycline (250 mg. in 500 ml. 0,9 % NaCl). De plastiek genas zonder een spoor van necrose. De fractuur was geconsolideerd na 16 weken. Het wondgebied is daarna gedurende 8 maanden rustig gebleven.

Na 8 maanden meldde patiënt zich met een fistel in de naad van de wond. Ook nu werd *escheria coli* en *pseudomonas aeruginosa* gekweekt. De diagnose osteomyelitis bij een goed geconsolideerde fractuur werd gesteld. Veertien maanden na het ongeval werd een sequester verwijderd, waarna een intermitterende fistel is blijven bestaan. Verdere behandeling is nog noodzakelijk.

Patiënt G. (deze patiënt werd reeds besproken onder punt 7, de ischaemische contracturen). Jonge man van 16 jaar, die op de dag dat hij in het bezit kwam van een bromfiets, door een auto werd geschept en in een sloot langs de weg terecht kwam. Het slachtoffer werd door omstanders uit het water gehaald. Patiënt had een contusio cerebri en een open onderbeenfractuur (dwarse fractuur). De wondlengte bedroeg 23 centimeter. Na het wondtoilet en wondrandexcisie volgde primair sluiten van de wond. De fractuur werd gestabiliseerd met de fixateur externe.

Ook hier ontstond een primaire wondinfectie met wondrandnecrose en wonddehiscentie. Bovendien bleek na enkele weken dat een ernstige ischaemie van de buigers van het onderbeen bestond. De necrose van de wondrand was er de oorzaak van dat de botschroeven rechtstreeks in de wond in de tibia stonden. Het defect is tenslotte genezen per granulationem. De fractuur genas in 40 weken na een fibula-osteotomie. Een jaar na het ongeval meldde patiënt zich met een re-fractuur, door een klein trauma. Ten tweede male is de fixateur bij deze patiënt toegepast en de fractuur consolideerde nu in 12 weken. Bij deze patiënt is geen osteomyelitis opgetreden.

Samenvatting van de behandeling van de wondgenezingsstoornissen.

In het algemeen werd huidnecrose na demarcatie geëxcideerd. De tijd die voor deze demarcatie nodig is, bedraagt ongeveer veertien dagen. Werd sanatio per granulationem afgewacht en was de tibia in de wondbodem zichtbaar, dan werd de tibia bedekt met een vette zalf (2 % pellidol in vaseline album).

Grote defecten werden vroeg secundair gesloten, binnen drie weken. Bij kleine defecten werd sanatio per granulationem afgewacht.

Primaire wondinfecties (2 patiënten).

Bij de ene patiënt wondrandexcisie en open laten van de wond. Oppervlak huiddefect 40 cm². Sanatio per granulationem.

Bij de andere patiënt wondrandexcisie en open laten van de wond. Na 22 dagen sluiten van een zeer groot defect met een musculocutane plastiek. Oppervlakte huiddefect 135 cm². Oppervlakte wondbodem met daarin de tibia-fragmenten 50 cm².

Deze patiënt heeft een osteomyelitis gekregen.

Diepe huidnecrosen (15 patiënten).

— Necrose door druk van het gipsverband (4 patiënten).

- a. Drukplekken ter grootte van een handpalm werden na excisie gedekt met een vrij transplantaat en de fractuur werd gestabiliseerd met de fixateur externe (aantal 2).
- b. Kleine drukplekken. Na excisie sanatio per granulationem. Oppervlak 5 tot 10 cm². (aantal 2).

Drukplekken door het gipsverband zijn niet noodzakelijk in de onmiddellijke nabijheid van de fractuur gelokaliseerd.

— Wondrandnecrosen (11 patiënten).

- a. Bij conservatief behandelde fracturen. Oppervlak 5 tot 10 cm². Sanatio per granulationem (aantal 4).
- b. Bij fracturen primair gestabiliseerd met de fixateur externe. Oppervlak 5 tot 10 cm². Sanatio per granulationem (aantal 6).
- c. Necrose boven A.O.-plaat. Na excisie secundair sluiten met een transpositie-lap en fractuur gestabiliseerd met de fixateur externe. Oppervlak meer dan 25 cm². (aantal 1).

Conclusies:

1. Huidnecrose bij onderbeenfracturen, gestabiliseerd met de fixateur externe van Hoffmann, is geen oorzaak voor het ontstaan van osteomyelitis.
2. Infectieuze complicaties hebben geen invloed gehad op de consolidatie van de fracturen.
3. Een geïnfecteerde pseudoarthrose is in dit onderzoek niet voorgekomen.
4. Een patiënt kreeg een osteomyelitis, veroorzaakt door een primaire wondinfectie.

9. Amputaties.

Bij één patiënt werd een amputatie verricht.

Het betrof een jongeman van 18 jaar die, op een bromfiets gezeten, aangereden werd door een autobus.

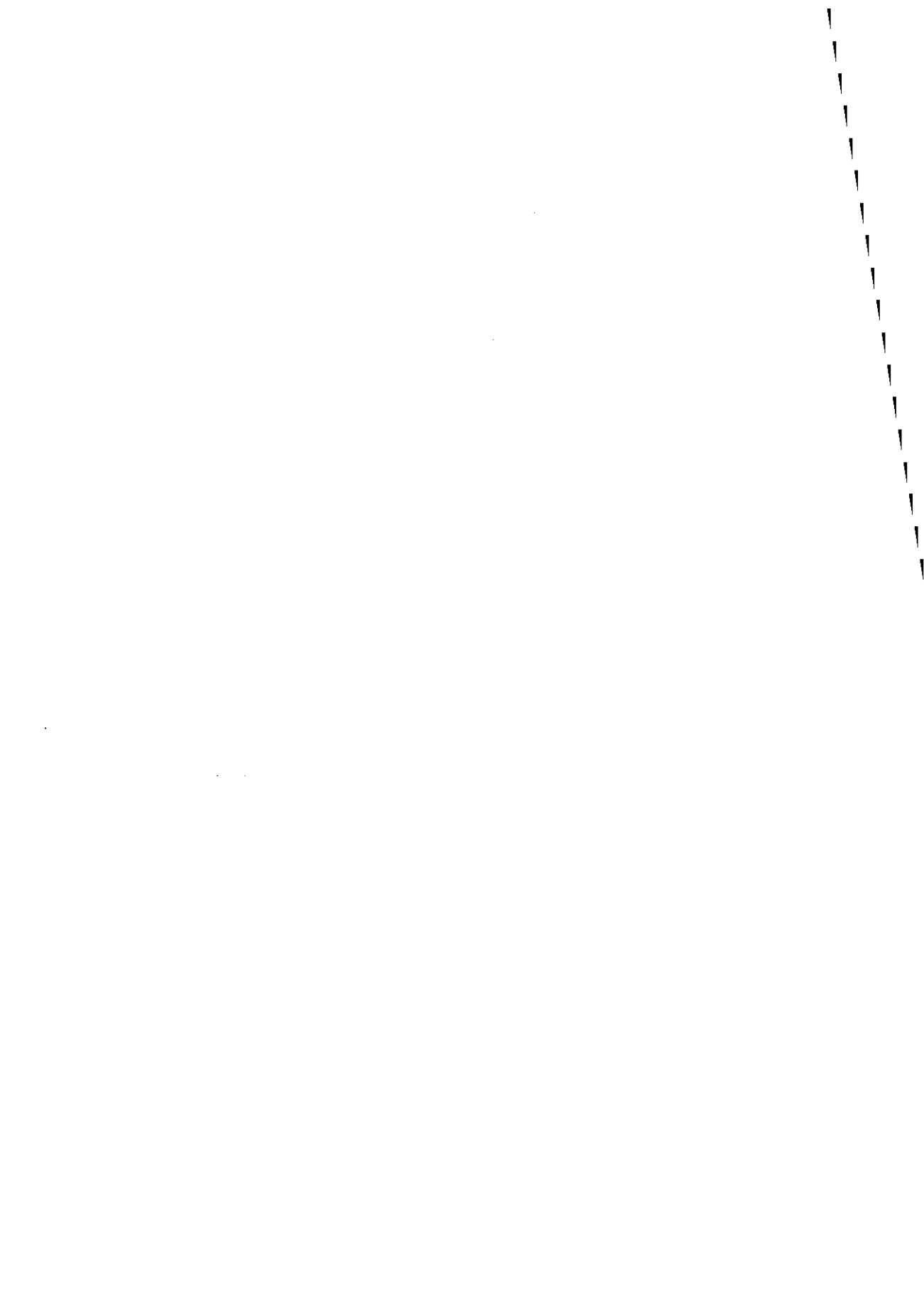
Bij opname werden alleen letsels van linker boven- en onderbeen gediagnostiseerd.

Patiënt had een zeer ernstige open bovenbeenfractuur met een wond in het verloop van de arteria-femoralis en een gesloten verbrijzelingsfractuur van het onderbeen vlak boven de enkel. De circulatie was verbroken vanaf de knie.

Waarschijnlijk had een overrijding van het been plaatsgevonden. De patiënt werd onmiddellijk geopereerd en er werd een laesie van de arteria femoralis gevonden ter hoogte van het kanaal van Hunter. De vaatlaesie werd hersteld.

De onderbeenfractuur werd gestabiliseerd met de fixateur externe en de bovenbeen-

fractuur werd met een draadextensie door de tuberositas tibiae behandeld. In de loop van de volgende dagen ontstond een zeer grillig patroon van gebieden met necrose. Na twintig dagen werd besloten het onderbeen te amputeren.



Hoofdstuk 6. Het statistisch onderzoek.*

1. Inleiding.
2. De variabelen.
3. De methode van statistisch onderzoek.
4. De vraagstellingen.

*) Dit hoofdstuk kwam tot stand in samenwerking met drs. L. Dijkstra, soc. drs., wetenschappelijk medewerker aan de Technische Hogeschool te Eindhoven, Onderafdeling der Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen.

1. Inleiding.

In diverse publicaties rond de problematiek van de onderbeenfractuur vindt men een statistische analyse van de factoren die de prognose van deze fractuur bepalen. Wanneer men de resultaten van deze verschillende onderzoeken beschouwt, mag men tot de conclusie komen dat de lokale kenmerken van de fractuur veruit de voornaamste factoren zijn voor het bepalen van de prognose (Böhler 1957, Ellis 1958, Nicoll 1964, Per Edwards 1965, Bender 1970, Swaan 1970). De algemene kenmerken van de patiënt daarentegen blijken nagenoeg geen betekenis te hebben voor de prognose, met uitzondering van een zeker belang dat volgens Böhler (1957) en Bender (1970) aan de leeftijd van de patiënt in relatie tot de prognose mag worden toegekend. Nog een andere conclusie is dat de aetiologische momenten van de fractuur een nauwe relatie vertonen met de lokale kenmerken van de fractuur (Ellis 1958, Per Edwards 1965).

De lokale kenmerken van de fractuur zijn de anatomische karakteristieken die men hanteert om de fractuur te beschrijven, te weten: het fractuurtype, de dislocatie bij opname (initiële dislocatie) en de aanwezigheid van een wond.

De statistiek in ons onderzoek houdt zich niet bezig met het opsporen van factoren die de prognose van de onderbeenfractuur bepalen, want deze worden verondersteld bekend te zijn, maar houdt zich bezig met specifieke vraagstellingen verband houdende met het thema van dit proefschrift. Daarbij wordt op grond van bovengenoemde onderzoeken aangenomen dat de lokale kenmerken van de fractuur de prognose van de onderbeenfractuur bepalen. Algemene kenmerken van de patiënt worden buiten beschouwing gelaten.

Onder de prognose verstaan we een oordeel over de genezingskans bij het begin van de behandeling. Bij het vaststellen van de prognose worden een aantal aspecten van de genezing in beschouwing genomen, waarvan de voornaamste zijn: de kans op infectieuze complicaties, de duur van de genezing (consolidatieduur) en de kans op het blijven bestaan van klachten na beëindiging van de behandeling.

Het hoofdthema van dit onderzoek is de preventie van infectieuze complicaties bij onderbeenfracturen. Infectieuze complicaties zijn bij opname van de patiënt niet aanwezig, maar gezien de ernst van deze complicatie is het van belang dat de kans op het optreden ervan reeds bij opname van de patiënt onder ogen wordt gezien. Het statistisch

onderzoek beantwoordt in de eerste plaats de vraag naar de mogelijkheid om reeds bij opname van de patiënt een uitspraak te doen over de kans op het optreden van infectieuze complicaties. Om deze complicaties te voorkomen werd een vast schema gevolgd, waarin de fixateur externe als fixatiemiddel van de fractuur een belangrijke plaats inneemt. Men kan zich afvragen of deze methode niet te eenzijdig gericht was op het voorkómen van één complicatie waardoor andere aspecten van de genezing in gevaar werden gebracht. De invloed van de gevolgde methode op de consolidatieduur en op het eindresultaat is daarom in het statistisch onderzoek ook onderzocht. Het statistisch onderzoek begint met het aantonen van de onderlinge relaties tussen de anatomische kenmerken van de fracturen. Hierdoor worden de fracturen zeer duidelijk beschreven. Ook de relatie tussen aetiologie en pathologie, ofwel de relatie tussen aetiologische momenten en de lokale kenmerken van de fractuur wordt ten overvloede nog eens nagegaan. Hiermede wordt beoogd de logische samenhang van de feitelijkheden te onderstrepen. Achtereenvolgens worden nu besproken: de variabelen, de gevolgde methode van onderzoek en de vraagstellingen van het onderzoek.

2. De variabelen.

De aetiologische kenmerken.

Men kan bij het ongevalsmechanisme onderscheiden een direct of een indirect trauma. Anamnestic is het zeer moeilijk te achterhalen wat precies het onderbeen getroffen heeft. Gezien de emotionaliteit van het ongevalsgebeuren is dat begrijpelijk. Ook al zou men kunnen achterhalen welk object het been heeft getroffen, dan is men nog niet geïnformeerd over de intensiteit van het inwerkende geweld. Schematiseren is dus noodzakelijk bij de bepaling van het aetiologische moment.

Ellis (1958), Per Edwards (1965) en ook Swaan (1970) hebben er op gewezen dat de fracturen die in het verkeer ontstaan, veroorzaakt worden door een direct inwerkend geweld en dat de intensiteit van het inwerkende geweld daarbij groot is ('High velocity' en 'High energy' traumata).

In navolging van bovengenoemde auteurs nemen we in dit onderzoek aan, dat de fracturen die zijn ontstaan in verkeerssituaties waarbij een motorvoertuig was betrokken, veroorzaakt werden door een direct inwerkend geweld met grote intensiteit. Deze traumata worden aangeduid met zwaar trauma. Ook een klap van een zwaar voorwerp wordt aangeduid met een zwaar trauma. Alle andere oorzaken worden aangemerkt als een licht trauma.

Aetiologisch kunnen dus twee klassen worden onderscheiden:

- zwaar trauma
- licht trauma

De anatomische kenmerken van de fracturen (lokale kenmerken).

Hierbij wordt onderscheiden naar:

- a. De initiële dislocatie van de fractuur.
- b. De aanwezigheid van een wond en de grootte van deze wond.
- c. Het fractuurtype.

Ter toelichting:

- a. De dislocatie van de fractuur bij opname (initiële dislocatie).

Bij de registratie van de dislocatie bij opname is uitgegaan van de zijdelingse verplaatsing (dislocatie ad latitudinem). Hoekstanden (dislocatie ad axim) zijn buiten beschouwing gelaten. Een hoekstand zonder zijdelingse verplaatsing is geregistreerd als geen dislocatie (Böhler 1957, Ellis 1958).

Aangezien het onmogelijk is om bij opname van de patiënt in vele richtingen te fotograferen, is de registratie van de dislocatie bij opname niet eenvoudig. Men kan enkele regels in acht nemen: Indien in één richting de schacht over de volle breedte verplaatst is, bestaat er geen botcontact meer en is er een volledige dislocatie. Wanneer in één richting de schacht over een halve breedte zijdelings verplaatst is, bestaat er minstens een halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing. Projecteert zich in geen van beide richtingen zijdelingse verplaatsing, dan wordt geen dislocatie geregistreerd. In werkelijkheid kan de dislocatie dan alleen maar groter zijn geweest.

Vier graden van dislocatie kunnen onderscheiden worden:

- Geen zijdelingse verplaatsing.
- Minder dan halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing.
- Halve tot hele schachtbreedte zijdelingse verplaatsing.
- Volledige schachtbreedte zijdelingse verplaatsing.

b. De grootte van de wond.

De wond in de fractuurregio werd gemeten. Een grote wond heeft een lengte van meer dan 5 centimeter. Boven 5 centimeter kan de lengte variëren van 5 tot meer dan 30 centimeter. Een contusie werd niet als wond geregistreerd. Wonden buiten de fractuurregio waarvan aangenomen kon worden dat ze geen verbinding met de fractuur hadden, werden buiten beschouwing gelaten.

Deze indeling komt overeen met de indeling zoals beschreven is door Ellis (1958) en door Per Edwards (1965).

De variabele '(grootte van de) wond' kan dus drie waarden hebben:

- geen wond
- kleine wond
- grote wond

c. Het fractuurtype.

In dit onderzoek zijn alleen de fracturen van de tibia-schacht in beschouwing genomen. Tibiaplateaufracturen en fracturen van de facies articularis inferior van de tibia (in de Franse literatuur fracturen van de 'pilon tibiale' genoemd) werden niet bij het onderzoek betrokken.

In dit onderzoek is gekozen voor een brede scala van fractuurtypen. Routine-behandeling van alle fractuurtypen met de fixateur externe is niet algemeen aanvaard. Het is van belang om te weten of een bepaald fractuurtype minder geschikt is voor een behandeling met de fixateur externe (zie vraagstellingen). Bij de operatieve fixatie van fracturen blijkt de anatomie van de fractuur vaak verrassend te verschillen van het beeld dat men zich vóór de operatie (aan de hand van röntgenfoto's in twee richtingen) van de anatomische situatie gevormd heeft. Voor een juiste interpretatie van de fractuur-anatomie zijn röntgenfoto's in vier richtingen noodzakelijk (voor-achterwaarts en zijdelings en twee 'driekwart').

Type 1. Dwarse fracturen. Het fractuurvlak ligt in het horizontale vlak. De afbakening tussen dwarse en 'kort/schuine' fracturen is niet eenvoudig. Fracturen die na repositie door verhaking geheel stabiel zijn, zijn bij de dwarse fracturen gerekend.

Type 2. 'Kort/schuine' fracturen. Voor de bepaling van de 'kort/schuine' fracturen en de 'lang/schuine' fracturen is gebruik gemaakt van het fractuurquotiënt. De 'kort/schuine'

fracturen hebben een quotiënt tussen ± 1 en 1,6 (verhouding tussen fractuurlengte en schachtbreedte) en de 'lang/schuine' fracturen hebben een quotiënt hoger dan 1,6. Onder de 'kort/schuine' fracturen vallen ook de fracturen met een derde fragment ('keilfragment', 'aile en papillon').

Type 3. 'Lang/schuine' fracturen. De 'lang/schuine' fracturen hebben een fractuur-quotiënt hoger dan 1,6.

Type 4. Spiraalfracturen. Het fractuurvlak ondergaat een rotatie.

Type 5. Comminutieve of verbrijzelingsfracturen. Meer dan drie fractuurfragmenten zijn aanwezig.

Type 6. Fracturen met verlies van een groot fractuurfragment (meer dan twee/derde van de schachtomvang).

Type 7. Fracturen op twee of meer niveaus van de tibia.

De spiraalfracturen en de 'lang/schuine' fracturen zijn in één groep ondergebracht. Dat was noodzakelijk omdat anders te kleine groepen fracturen zouden ontstaan. De samenvoeging is gerechtvaardigd omdat de 'lang/schuine' fracturen en de spiraalfracturen aetiologisch bij elkaar horen. Bij beide worden rotatiekrachten als aetiologisch moment van de fractuur verondersteld. In de tabellen wordt deze groep aangeduid met 'lang/spiraal'. Zo zijn type 6 en 7 eveneens samengevoegd. Het betreft hier een zeer kleine groep fracturen die zeer moeilijk is in te delen. Daar waar deze kleine groep fracturen buiten beschouwing is gelaten, wordt dit vermeld. De groep wordt aangeduid met 'rest'.

Als fractuurtypen worden dus onderscheiden:

- dwars
- kort/schuin
- lang/spiraal
- comminutief
- rest

De behandelingsmethoden.

In het onderzoek werden twee behandelingsmethoden toegepast: de conservatieve methode en de operatieve fractuurfixatie met de fixateur externe.

De vier fracturen die in de overgangperiode met een plaatfixatie werden behandeld, zijn buiten beschouwing gelaten.

Het statistisch onderzoek is mede bedoeld om achteraf de kenmerken van de operatief en conservatief behandelde fracturen te kunnen omschrijven.

De variabele 'behandelingsmethode' heeft dus twee klassen:

- operatief behandelde fracturen
- conservatief behandelde fracturen.

3. De methode van statistisch onderzoek.

Ter toelichting kan bij het statistisch onderzoek het volgende worden opgemerkt. Bij de frequenties wordt tussen haakjes vermeld: het percentage dat een frequentie vormt van de frequentie die op grond van toeval verwacht mocht worden. Naarmate de gevonden frequenties meer afwijken van de frequenties die op grond van toeval te verwachten zijn, is de kans kleiner dat er tussen de beide variabelen geen verband bestaat.

Bijvoorbeeld: op grond van toeval zou in tabel 14 blz. 64 in de cel 'geen dislocatie;

conservatief behandeld' het aantal gevallen $\frac{32 \times 48}{159} = 9,66$ hebben bedragen
 en in de cel 'geen dislocatie; operatief behandeld' $\frac{32 \times 111}{159} = 22,3$. Er worden in deze

cellen echter 23, resp. 9 gevallen aangetroffen, dat is 238 %, resp. 40 % van de aantallen die op grond van toeval verwacht mochten worden.

Het verschil tussen een gevonden verdeling en de verdeling die op grond van toeval verwacht mocht worden, kan worden gekwantificeerd met behulp van de statistische grootheid X^2 .

Bij elke waarde van X^2 behoort een kans p dat de verdeling waaruit deze X^2 afkomstig is, een toevalsverdeling is, zodat voor iedere tabel met behulp van X^2 kan worden nagegaan, hoe groot de kans is dat er tussen twee variabelen geen verband bestaat (X^2 is dan klein en p groot) of juist wel een verband (X^2 is dan groot en p klein). In het voorbeeld is $X^2 = 44.860$ en $p < .001$; met andere woorden: sterk gedислоceerde fracturen werden vaker geopereerd dan niet of weinig gedислоceerde.

Behalve deze kans p is van belang de intensiteit van het verband. De kans dat een verdeling bij gegeven randtotalen op toeval berust, kan te verwaarlozen klein zijn, bijvoorbeeld zoals hiervóór kleiner dan 0,1 %, terwijl toch niet van een sterk verband gesproken kan worden, omdat het verband bij lange na niet perfect is. Dit komt tot uiting in X^2 , die in een dergelijk geval aanzienlijk kleiner is dan het maximum dat theoretisch mogelijk zou zijn geweest. Naast de kans p op toeval (ook wel de significantie van een verband genoemd) wordt daarom dikwijls een maat vermeld, die al naar gelang van de intensiteit van het verband varieert tussen 0 en 1.

Het betreft in dit onderzoek de op X^2 gebaseerde intensiteitsmaat V^2 en de coëfficiënt G (gamma). X^2 is in alle gevallen berekend met behulp van de zgn. χ^2 toets van Spitz.

Literatuur:

H. W. van den Ende, Beschrijvende statistiek, Amsterdam 1971, hoofdstuk 6, i.h.b. 192-208, 212-214, 226-232.

J. C. Spitz, Statistiek, Amsterdam 1965.

4. De vragenstellingen.

Achtereenvolgens komen de volgende vragen aan de orde:

- Welke zijn de onderlinge relaties tussen de anatomische kenmerken van de fracturen?
- Welke is de relatie tussen aetiologische en anatomische kenmerken van de fracturen?
- Welke fracturen werden conservatief behandeld en welke fracturen werden operatief behandeld en welke zijn de anatomische kenmerken van deze twee groepen fracturen?
- Kan een bepaalde groep fracturen worden aangewezen met een verhoogde kans op infectieuze complicaties? Verkleint de behandeling met de fixateur externe de kans op infectieuze complicaties?
- Welke is de invloed van de fixateur externe op de consolidatieduur?
- Welke zijn de anatomische kenmerken van de fracturen met een minder goed eindresultaat? Verbeterd de behandeling met de fixateur externe het eindresultaat?

a. De onderlinge relatie tussen de anatomische kenmerken van de fracturen.

Tabel 7. Fracturen verdeeld naar fractuurtype en aanwezigheid van een wond.

fractuurtype	grote wond	kleine wond	gesloten	totaal
dwars	11 (77)	13 (87)	37 (116)	61
lang/spiraal	5 (57)	5 (54)	28 (141)	38
kort/schuin	3 (72)	9 (203)	6 (64)	18
comminutief	15 (174)	11 (121)	11 (57)	37
rest	3	1	1	5
totaal	37	39	83	159

$$X^2 = 26.508, df = 8, p < .001, V^2 = .083$$

Conclusie: Dwarse fracturen en 'lang/schuine' en spiraalfracturen zijn vaker gesloten, terwijl 'kort/schuine' fracturen en comminutieve fracturen vaker open zijn.

Tabel 8. Fracturen verdeeld naar fractuurtype en initiële dislocatie.

dislocatie	dwars	lang/ spiraal	kort en schuin	commi- nutief	rest	totaal
geen dislocatie	25 (203)	5 (65)	1 (28)	1 (13)	0	32
minder dan halve schachtbreedte	19 (90)	19 (145)	7 (112)	9 (70)	1	55
halve tot hele schachtbreedte	4 (33)	9 (117)	8 (221)	10 (134)	1	32
volledige dislocatie	13 (85)	5 (52)	2 (44)	17 (183)	3	40
totaal	61	38	18	37	5	159

$$X^2 = 53.088, df = 12, p < .001, G = 0,47.$$

Conclusie: De dwarse fracturen vertonen relatief de minste dislocatie, terwijl de comminutieve fracturen de meeste dislocatie vertonen. De spiraalfracturen en de 'lang/schuine' fracturen bevinden zich vooral in de middengroep met een dislocatie van minder dan halve schachtbreedte en dislocatie van halve tot hele schachtbreedte. De 'kort/schuine' fracturen zijn sterk oververtegenwoordigd in de groep van halve tot hele schachtbreedte dislocatie. Bij een schaal die loopt van 'geen dislocatie' tot

'volledige dislocatie', passen de fractuurtypen het beste in de volgorde: dwars - 'lang/spiraal' - 'kort/schuin' - comminutief.

Tabel 9. Fracturen verdeeld naar aanwezigheid van een wond en dislocatie.

dislocatie	grote wond	kleine wond	gesloten	totaal
geen dislocatie	2 (27)	5 (64)	25 (150)	32
minder dan halve schachtbreedte	7 (55)	9 (67)	39 (136)	55
halve tot hele schachtbreedte	7 (94)	12 (153)	13 (78)	32
volledige dislocatie	21 (226)	13 (133)	6 (29)	40
totaal	37	39	83	159

$X^2 = 47.874$, $df = 6$, $p < .001$, $G = 0,62$.

Conclusie: Voor de gesloten fracturen geldt, dat zij geen of slechts weinig dislocatie vertonen. De fracturen met een kleine wond vertonen meer dislocatie, terwijl de fracturen met een grote wond vaak een volledige dislocatie vertonen.

Samenvatting a.

Zuiver dwarse fracturen, spiraalfracturen en 'lang/schuine' fracturen zijn meer gesloten en vertonen weinig dislocatie. Dit in tegenstelling tot de 'kort/schuine' fracturen en de comminutieve fracturen die meer gecompliceerd zijn, vaker een grote wond vertonen en ook vaker volledig gedислоceerd zijn.

b. De relatie tussen aetiologische kenmerken van de fractuur en anatomische kenmerken van de fractuur.

De logica gebiedt te veronderstellen dat fracturen met een grote wond en volledige dislocatie veroorzaakt worden door een zwaar trauma en dat de overige fracturen veroorzaakt worden door een licht trauma. Om deze veronderstelling te onderzoeken werd de relatie tussen anatomische en aetiologische kenmerken van de fracturen geanalyseerd.

De analyse werd op dezelfde wijze uitgevoerd als in de vorige paragraaf.

Tabel 10. Fracturen naar ernst van het letsel en aanwezigheid van een wond.

fractuur	zwaar trauma	licht trauma	totaal
open met grote wond	35 (139)	2 (17)	37
open met kleine wond	32 (121)	7 (56)	39
gesloten	41 (73)	42 (158)	83
totaal	108	51	159

$$X^2 = 32.204, df = 2, p < .001, V^2 = .203.$$

Conclusie: Bij een zwaar trauma komen relatief vaker (grote) wonden voor dan bij een licht trauma.

Tabel 11. Fracturen verdeeld naar ernst van het letsel en type fractuur.

fractuurtype	zwaar trauma	licht trauma	totaal
dwars	35 (86)	26 (133)	61
lang/spiraal	20 (77)	18 (148)	38
kort/schuin	14 (115)	4 (69)	18
comminutief	34 (132)	3 (25)	37
rest	5	0	5
totaal	108	51	159

$$X^2 = 23.828, df = 4, p < .001, V^2 = .105.$$

Conclusie: Bij een zwaar trauma komen vaker comminutieve en 'kort/schuine' fracturen voor, terwijl bij een licht trauma vaker dwarse, spiraal- en 'lang/schuine' fracturen voorkomen.

Tabel 12. Fracturen verdeeld naar ernst van het letsel en dislocatie.

dislocatie	zwaar trauma	licht trauma	totaal
geen dislocatie	15 (69)	17 (166)	32
minder dan halve schachtbreedte	36 (96)	19 (108)	55
halve tot hele schachtbreedte	21 (97)	11 (107)	32
volledige dislocatie	36 (133)	4 (31)	40
totaal	108	51	159

$\chi^2 = 17.195$, $df = 3$, $p < .001$, $V^2 = .108$.

Conclusie: Bij een zwaar trauma komt relatief vaker volledige dislocatie voor, bij een licht trauma is de kans op het ontbreken van dislocatie groter.

Samenvatting b:

De veronderstelling wordt bevestigd.

Een ernstig trauma gaat samen met:

- relatief vaak een grote wond.
- relatief vaak volledige dislocatie van de fractuur.
- een relatief hoge frequentie van de fractuurtypen: 'kort/'schuin' en 'comminutief'.

De relatie tussen de aard van het trauma en de anatomische afwijkingen mag geen verbazing wekken. Van praktische betekenis is, dat wanneer de anatomische kenmerken van een fractuur bekend zijn, men daaruit kan afleiden of de fractuur veroorzaakt is door een zwaar trauma.

De klinisch waarneembare, anatomische kenmerken zijn een betrouwbaarder informatie dan de aetiologische kenmerken die uit de anamnese worden afgeleid.

De anatomische kenmerken van de fracturen die samengaan met een zwaar trauma, zouden aangevuld kunnen worden met nadere informatie over de toestand van de huid. Met name de indeling van de huidletsels volgens Cauchoix (1957) zou een waardevolle, aanvullende informatie bij de overige anatomische kenmerken kunnen zijn (Magis 1974).

Jammer genoeg werd deze indeling van de huidletsels door ons te laat in de literatuur opgemerkt om nog in het onderzoek verwerkt te kunnen worden.

Nu de onderlinge relaties van de anatomische kenmerken van de fracturen en de samenhang daarvan met de aetiologie bekend zijn, krijgt het antwoord op de vraag: 'welke fracturen werden operatief behandeld en welke fracturen werden conservatief behandeld?' meer betekenis.

c. Welke fracturen werden conservatief behandeld en welke fracturen werden operatief behandeld en welke zijn de anatomische kenmerken van deze twee groepen fracturen?

Tabel 13. Patiënten verdeeld naar behandelingswijzen en fractuurtypen.

Fractuurtype	conservatief	operatief	totaal
dwars	26 (141)	35 (82)	61
lang/spiraal	9 (78)	29 (109)	38
kort/schuin	2 (37)	16 (127)	18
comminutief	10 (90)	27 (105)	37
rest	1 (66)	4 (115)	5
totaal	48	111	159

$$X^2 = 9.182, df = 4, .05 < p < .10, V^2 = .058$$

Conclusie: Bij de conservatief behandelde fracturen zijn de dwarse fracturen sterk oververtegenwoordigd en alle andere fractuurtypen ondervertegenwoordigd. Bij de operatief behandelde fracturen zijn spiraalfracturen, 'lang/schuine' fracturen, comminutieve fracturen en (in nog sterkere mate) 'kort/schuine' fracturen oververtegenwoordigd.

Daar de comminutieve en 'kort/schuine' fracturen de meeste dislocatie vertonen en gepaard gaan met een grote wond, is het waarschijnlijk dat de operatief behandelde fracturen veel dislocatie zullen vertonen. Bovendien wordt een fractuur zonder dislocatie niet aangemerkt als een niet-stabiele fractuur.

De volgende relatie die onderzocht werd, is daarom de relatie tussen de behandelingsmethoden en de dislocatiegraad van de fracturen.

Tabel 14. Fracturen naar behandelingswijze en dislocatiegraad.

Dislocatie	conservatief	operatief	totaal
geen dislocatie	23 (238)	9 (40)	32
minder dan halve schachtbreedte	19 (114)	36 (94)	55
halve tot hele schachtbreedte	2 (21)	30 (134)	32
volledige dislocatie	4 (33)	36 (129)	40
totaal	48	111	159

$$X^2 = 44.860, df = 3, p < .001, V^2 = .282$$

Conclusie: Het blijkt dat de conservatief behandelde fracturen volgens verwachting weinig of geen dislocatie vertonen en dat de operatief behandelde fracturen veel dislocatie vertonen.

Tabel 15. Patiënten verdeeld naar behandelingswijze en aanwezigheid van een wond.

Fractuur	conservatief	operatief	totaal
open met grote wond	7 (63)	30 (116)	37
open met kleine wond	7 (59)	32 (118)	39
gesloten	34 (136)	49 (85)	83
totaal	48	111	159

$\chi^2 = 9.82$, $df = 2$, $.005 < p < .01$, $V^2 = .062$.

Conclusie: Bij de conservatief behandelde fracturen zijn de gesloten fracturen oververtegenwoordigd en bij de operatief behandelde fracturen zijn de open fracturen oververtegenwoordigd.

Samenvatting c:

De conclusies kunnen als volgt worden samengevat:

1. Ten aanzien van fracturen behandeld met de fixateur externe.
 - a. Fracturen met meer dan halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing en fracturen met volledige zijdelingse verplaatsing werden relatief vaker behandeld met de fixateur externe.
 - b. Open fracturen, vaak met een grote wond, werden relatief vaker behandeld met de fixateur externe.
 - c. Spiraalfracturen, 'lang/schuine' fracturen, comminutieve fracturen en 'kort/schuine' fracturen werden relatief vaker behandeld met de fixateur externe, laatstgenoemde fracturen het frequentst.
2. Ten aanzien van de fracturen die conservatief werden behandeld.
 - a. Fracturen zonder zijdelingse verplaatsing en fracturen tot halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing werden relatief vaker conservatief behandeld.
 - b. Gesloten fracturen werden relatief vaker conservatief behandeld.
 - c. Bij de conservatief behandelde fracturen overheerst zeer sterk het fractuurtype: 'dwars'.

In de inleiding van dit hoofdstuk werden enkele auteurs genoemd, die een statistisch onderzoek verrichtten naar de prognose van de onderbeenfractuur. De conclusies van deze auteurs zijn gelijkluidend en kunnen als volgt worden samengevat:

- Hoe groter de initiële dislocatie van de fractuur, des te slechter is de prognose.
- Naarmate de wond groter is, wordt de prognose slechter.
- Verbrijzeling heeft een ongunstige invloed op de prognose.

Indien deze conclusies juist zijn, dan kan gesteld worden dat in ons onderzoek de fracturen met een ongunstige prognose voornamelijk behandeld werden met de fixateur externe, terwijl de fracturen met een gunstige prognose voornamelijk conservatief werden behandeld.

d. Kan bij open fracturen een groep fracturen met een verhoogde kans op infectieuze complicaties worden aangewezen? Verkleint de behandeling met de fixateur externe de kans op infectieuze complicaties?

Infectieuze complicaties bij onderbeenfracturen kunnen zeer ernstige gevolgen hebben. Deze complicaties beïnvloeden de consolidatie nadelig. Het lang blijven bestaan van infectie doet aanzienlijke afbreuk aan de functie van de extremiteit. Mittelmeier (1970) toonde aan, dat 'traumatische osteomyelitis' de oorzaak is van de grootste verkortingen, de grootste hoekstanden en de grootste rotatie-afwijkingen. In de statistische onderzoeken van Böhler (1957), Per Edwards (1965) en Bender (1970) werd deze complicatie aangewezen als de factor die de prognose van de onderbeenfractuur ernstig bedreigt. Osteomyelitis ontstaat slechts na wondgenezingsstoornissen (primaire wondinfecties en diepe huidnecrosen) en deze stoornissen komen zeer frequent voor bij open onderbeenfracturen.

Het is deze groep fracturen met wondgenezingsstoornissen, die een sterk verhoogde kans op osteomyelitis heeft.

De vraag, of een groep fracturen met een verhoogde infectiekans kan worden aangewezen, zou dus beantwoord kunnen worden door de patiënten met wondgenezingsstoornissen nader te analyseren.

Böhler (1957), Nicoll (1964), Per Edwards (1965) en Swaan (1970) vonden een statistische relatie tussen de grootte van de wond en de kans op wondgenezingsstoornissen. Naarmate de wond groter is, neemt de kans op wondgenezingsstoornissen toe. Onder a. van dit hoofdstuk (de onderlinge relatie van de anatomische kenmerken) hebben we aangetoond dat een fractuur met een grote wond vaak samengaat met volledige dislocatie en verbrijzeling. De fracturen met een grote wond, met volledige dislocatie en verbrijzeling zou dus de groep fracturen met een verhoogde kans op infectie kunnen zijn. Dit vermoeden werd reeds onderzocht en bevestigd door Bender (1970) en Swaan (1970).

In ons onderzoek is het percentage wondgenezingsstoornissen bij open fracturen 19%, zodat een groep fracturen een verhoogde kans op osteomyelitis heeft gehad. Welke waren nu de anatomische kenmerken van deze fracturen?

Bij deze analyse zijn slechts open fracturen betrokken, omdat bij opname van de patiënten met gesloten fracturen geen wonden aanwezig zijn.

Tabel 16. Verdeling van open fractures naar wondgenezingsstoornissen en grootte van de wond.

	wond- genezings- stoornissen	geen wond- genezings- stoornissen	totaal
grote wond	10 (142)	27 (90)	37
kleine wond	5 (63)	37 (109)	42
totaal	15	64	79

$$X^2 = 2.950 \quad .05 < p < .10$$

Conclusie: Bij grote wonden komen meer wondgenezingsstoornissen voor dan bij kleine wonden. Het verband is zwak, maar in de veronderstelde richting.
Voordat deze bevinding van commentaar wordt voorzien, wordt nu eerst de relatie tussen wondgenezingsstoornissen en de twee overige anatomische kenmerken onderzocht.

Tabel 17. Verdeling van de open fractures naar wondgenezingsstoornissen en initiële dislocatie.

	wond- genezings- stoornissen	geen wond- genezings- stoornissen	totaal
geen dislocatie	2 (150)	5 (88)	7
tot halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing	3 (99)	13 (100)	16
halve tot hele schachtbreedte zijdelingse verplaatsing	2 (55)	17 (244)	19
volledige dislocatie	8 (114)	29 (97)	37
totaal	15	64	79

$$X^2 = 1.556, \text{ n.s.}$$

Conclusie: Geen relatie aanwezig.

Tabel 18. Verdeling van de open fracturen naar wondgenezingsstoornissen en het fractuurtype.

	wond- genezings- stoornissen	geen wond- genezings- stoornissen	totaal
dwars	6 (122)	20 (95)	26
kort/schuin	0 (—)	12 (123)	12
lang/schuin	3 (132)	7 (86)	10
comminutief	6 (117)	21 (96)	27
rest	0 (—)	4 (123)	4
totaal	15	64	79

$$X^2 = 7.882 \quad .05 < p < .10$$

Hierbij moet opgemerkt worden dat geen open spiraalfracturen voorkwamen, zodat de open, 'lang/schuine' fracturen nu als afzonderlijke groep naar voren komen.

Conclusie: Een zwak verband in de veronderstelde richting; de kans op wondgenezingsstoornissen bij dwarse, 'lang/schuine' en comminutieve fracturen is groter dan bij de overige fractuurtypen.

De kans op wondgenezingsstoornissen is volgens onze analyse groter bij de aanwezigheid van een grote wond en bepaalde fractuurtypen, maar er kan slechts van een zwak verband worden gesproken.

De bevinding van andere auteurs, dat fracturen met een grote wond, veel dislocatie en verbrijzeling, een verhoogde kans op infectie hebben, ondersteunt echter de conclusie, onder tabel 16 en tabel 18 genoemd. Men kan zich afvragen: is het mogelijk dat de behandeling van open fracturen met de fixateur externe de hierboven beschreven relatie enigszins verstoort?

Om dat te onderzoeken werden fracturen, die niet primair met de fixateur externe behandeld zijn, als groep tezamen genomen, zodat de volgende verdeling mogelijk werd.

Tabel 19. Verdeling van patiënten met open fracturen naar wondgenezingsstoornissen en primaire behandeling.

primaire behandeling	wond- genezings- stoornissen	geen wond- genezings- stoornissen	totaal
fixateur externe	8 (75)	48 (106)	56
andere dan fixateur externe	7 (160)	16 (86)	23
totaal	15	64	79

$$X^2 = 2.592 \quad .10 < p < .20$$

Conclusie: Bij de patiënten die primair behandeld werden met de fixateur externe, zijn fracturen met wondgenezingsstoornissen relatief ondervertegenwoordigd, hoewel dit een statistisch weinig zeggende afwijking is. Men kan hieruit concluderen dat een verhoogde kans op wondgenezingsstoornissen bij primaire behandeling van open fracturen met de fixateur externe, ten op zichte van de overige primaire behandelingsmethoden van open fracturen, in ieder geval zeer onwaarschijnlijk is. Over de resterende mogelijkheden: in het geheel geen verband, of zelfs een kleinere kans op wondgenezingsstoornissen, is het moeilijk een uitspraak te doen, al wijst het resultaat in de richting van een kleinere kans.

Samenvatting d:

In hoofdstuk 5, afd. 7, is reeds naar voren gekomen dat open fracturen die primair (binnen 24 uur) met de fixateur externe werden behandeld, aanzienlijk minder wondgenezingsstoornissen vertoonden dan de open fracturen die primair op een andere wijze werden behandeld.

Hoe suggestief deze getallen zelfs in de richting van een positieve invloed van de fixateur wijzen, het lijkt verstandig te concluderen dat voor het veronderstellen van een negatieve invloed zeker géén evidentie aanwezig is.

e. De invloed van de fixateur externe op de consolidatieduur.

Verdelen we de fracturen naar consolidatieduur en behandelingsmethode (tabel 20), dan blijkt dat fracturen die met de fixateur externe werden behandeld, een langere consolidatieduur hebben dan fracturen die conservatief werden behandeld. De volgende verklaring kan hiervoor gegeven worden. Onder c. van dit hoofdstuk werd de vraag beantwoord welke fracturen conservatief en welke fracturen operatief werden behandeld. De anatomische kenmerken van deze twee groepen fracturen bleken grote verschillen te vertonen, in die zin dat de operatief behandelde fracturen (fixateur externe) volgens de literatuur de dragers zijn van prognostisch ongunstige anatomische kenmerken. Klaarblijkelijk wordt de consolidatieduur daardoor verlengd.

Tabel 20. Patiënten verdeeld naar consolidatieduur en behandelingswijze.

consolidatieduur	conservatief	operatief	totaal
12 weken en minder	24 (215)	13 (50)	37
13 en 14 weken	13 (120)	23 (92)	36
15 t/m 18 weken	7 (53)	37 (120)	44
19 weken en meer	4 (32)	38 (130)	42
totaal	48	111	159

$$X^2 = 34,716, df = 3, p < .001.$$

Om de invloed van de anatomische kenmerken op de consolidatieduur te analyseren, werden de fracturen ingedeeld in een aantal klassen.

Er werden 7 klassen gevormd (tabel 21), waarin de fracturen naar behandelingsmethode en naar aanwezigheid van een wond en dislocatie verdeeld werden. De indeling is een compromis tussen het streven om de categorieën niet zeer klein te doen worden en toch het interactie-effect tussen de dislocatie, aanwezigheid van een wond en behandelingswijze (zie tabel 9, tabel 14 en tabel 15) zoveel mogelijk recht te doen.

Tabel 21. Patiënten naar consolidatieduur en naar behandelingswijze, in subklassen van aanwezigheid van een wond en dislocatiegraad.

	consolidatieduur in weken				
	≤ 12	13 en 14	15 t/m 18	≥ 19	
fixateur, open fractuur, volledige dislocatie	4 (55)	2 (28)	8 (93)	17 (208)	31
fixateur, open fractuur, dislocatie halve tot hele schachtbreedte	0 (—)	5 (116)	4 (76)	10 (199)	19
fixateur, open fractuur, geen dislocatie of minder dan halve schachtbreedte	2 (72)	4 (147)	2 (60)	4 (126)	12
fixateur, gesloten fractuur, volledige dislocatie of meer dan halve schachtbreedte	1 (27)	4 (110)	8 (181)	3 (71)	16
fixateur, gesloten fractuur, geen dislocatie of minder dan halve schachtbreedte	6 (78)	8 (107)	15 (164)	4 (46)	33
conservatieve behandeling, open fractuur	6 (184)	3 (95)	3 (77)	2 (54)	14
conservatieve behandeling, gesloten fractuur	18 (228)	10 (130)	4 (43)	2 (22)	34
totaal	37	36	44	42	159

$$X^2 = 66.016, df = 18, p < .001, V^2 = .138, G = 0,48$$

Conclusie: Tussen deze twee variabelen bestaat een vrijwel monotoon verband van een aanzienlijke intensiteit.

Er bestaat geen twijfel over dat de anatomische kenmerken, dislocatie en aanwezigheid van een wond, een zeer sterke invloed hebben op de consolidatieduur.

Het bijzondere van de tabel is dat de conservatief behandelde fracturen in de onderste twee klassen konden worden ingedeeld. Hierdoor wordt de suggestie gewekt, alsof conservatief behandelde fracturen sneller consolideren dan operatief behandelde fracturen. Immers de open, conservatief behandelde fracturen consolideren nog sneller dan de gesloten, operatief behandelde fracturen met geen of zeer weinig dislocatie. Voordat we hierop nader ingaan, moet nog een relatie worden bekeken, namelijk: de invloed van het fractuurtype op de consolidatieduur.

In tabel 22 zijn de patiënten verdeeld naar fractuurtype en consolidatieduur. Ook dit anatomische kenmerk blijkt een zeer duidelijke invloed op de consolidatieduur te hebben.

Tabel 22. Patiënten verdeeld naar fractuurtype en consolidatieduur.

fractuurtype	consolidatieduur in weken				
	≤ 12	13 en 14	14 t/m 18	≥ 19	
dwars	21 (143)	14 (98)	15 (88)	11 (73)	61
lang/spiraal	10 (110)	12 (135)	12 (113)	4 (43)	38
kort/schuin	2 (46)	4 (95)	4 (80)	8 (180)	18
comminutief	4 (45)	6 (69)	12 (116)	15 (164)	37
totaal	37	36	43	38	154

*) minus vijf: verlies botsubstantie (2) en bipolair (3) die in deze classificatie niet zijn onder te brengen.

$X^2 = 20.870$, $df = 9$, $p < .001$. $G = 0,33$.

Conclusie: Dwarse fracturen hebben de grootste kans snel te consolideren. Spiraal-fracturen en 'lang/schuine' fracturen hebben een consolidatieduur die rond het gemiddelde ligt, terwijl de comminutieve en de 'kort/schuine' fracturen een consolidatieduur hebben die boven het gemiddelde ligt. De korte consolidatieduur van de conservatief behandelde fracturen kan mede verklaard worden door de oververtegenwoordiging van dwarse fracturen bij de conservatief behandelde fracturen (zie tabel 13). De mogelijkheid dat conservatief behandelde fracturen misschien sneller consolideren dan fracturen die met de fixateur externe worden behandeld, kunnen we niet uitsluiten. Om de invloed van de behandelingsmethode afzonderlijk op de consolidatieduur te bepalen, zouden we moeten uitgaan van identieke series fracturen en hiervan is in dit onderzoek geen sprake.

Samenvatting e:

De anatomische kenmerken van de fractuur hebben een zeer sterke invloed op de consolidatieduur. Daar de fracturen met ongunstige anatomische kenmerken met de fixateur externe werden behandeld en de fracturen met gunstige anatomische kenmerken conservatief werden behandeld, kunnen deze twee groepen niet met elkaar vergeleken worden, waardoor de invloed van de fixateur externe op de consolidatieduur in dit onderzoek niet bepaald kan worden.

Over de invloed van de fixateur externe op de consolidatieduur van de verschillende fractuurtypen kan slechts opgemerkt worden, dat de comminutieve en 'kort/schuine' fracturen de langste consolidatieduur vertonen. Op de vraag of de fixateur externe, in verband met de consolidatieduur, geschikt is voor elk fractuurtype zal in de nabeschouwing nader worden ingegaan.

f. Welke zijn de anatomische kenmerken van de fracturen met een minder goed eindresultaat? Verbetert de behandeling met de fixateur externe het eindresultaat?

Bij de bespreking van het eindresultaat in het volgende hoofdstuk zal naar voren komen dat 41 patiënten klachten en functiestoornissen hadden ten tijde van het na-onderzoek. De afwijkingen bestaan uit pijnklachten, anatomische afwijkingen, functiestoornissen of een combinatie van deze mogelijkheden.

Deze patiënten worden hierna te zamen genomen en aangeduid met 'klachten en functiestoornissen'.

Tabel 23. Patiënten verdeeld naar klachten en functiestoornissen en initiële dislocatie.

dislocatie	klachten en functie- stoornissen	geen klachten en functie- stoornissen	totaal
geen dislocatie	5 (61)	27 (114)	32
minder dan halve schachtbreedte	11 (78)	44 (108)	55
halve tot hele schachtbreedte	5 (61)	27 (114)	32
volledige dislocatie	20 (194)	20 (67)	40
totaal	41	118	159

$$X^2 = 15.548, df = 3, .001 < p < .005$$

Conclusie: Klachten en functiestoornissen komen meer voor bij volledige dislocatie dan bij de overige graden van dislocatie.

Tabel 24. Patiënten verdeeld naar klachten en functiestoornissen en fractuurtypen.

fractuurtype	klachten en en functie- stoornissen	geen klachten en functie- stoornissen	totaal
dwars	12 (76)	49 (108)	61
lang/spiraal	9 (92)	29 (103)	38
kort/schuin	1 (22)	17 (127)	18
comminutief	16 (168)	21 (76)	37
rest	3	2	5
totaal	41	118	159

$$X^2 = 14.356, df = 4, .005 < p < .01$$

Conclusie: Patiënten met klachten en functiestoornissen zijn bij de comminutieve fracturen sterk oververtegenwoordigd ten opzichte van de overige fractuurtypen.

Tabel 25. Patiënten verdeeld naar klachten en functiestoornissen en de aanwezigheid van een wond.

fractuur	klachten en functie- stoornissen	geen klachten en functie- stoornissen	totaal
open met grote wond	17 (178)	20 (73)	37
open met kleine wond	9 (89)	30 (104)	39
gesloten	15 (70)	68 (110)	83
totaal	41	118	159

$$X^2 = 9.902, df = 2, .005 < p < .01$$

Conclusie: Bij aanwezigheid van een grote wond treden meer klachten en functiestoornissen op dan bij open fracturen met kleine wond en gesloten fracturen.

De primaire fixatie van onderbeenfracturen met de fixateur externe maakt het mogelijk dat de extremitet vrijwel onmiddellijk na het ongeval geoefend kan worden. De oefenstabiliteit is juist een van de beste eigenschappen van de fixateur externe. De methode van externe fixatie beoogt met oefenstabiliteit, evenals de overige osteosynthese-methoden, een goed functioneel herstel van de extremitet.

Bij aanwezigheid van de volgende prognostisch ongunstige, anatomische kenmerken: veel dislocatie, een grote wond en verbrijzeling, is de kans op klachten en functiestoornissen groter dan wanneer deze kenmerken niet aanwezig zijn.

Deze kans op klachten en functiestoornissen is bij elke behandelingsmethode aanwezig, de vraag is echter, of deze kans bij elke behandelingsmethode ook even groot is?

Indien de behandelingsmethoden totaal geen invloed op de grootte van de kans op klachten en functiestoornissen hebben gehad, dan zouden de operatief behandelde fracturen (fixateur externe) meer klachten en functiestoornissen moeten vertonen dan de conservatief behandelde fracturen. Immers de operatief behandelde fracturen zijn ook hier weer de dragers van de prognostisch ongunstige, anatomische kenmerken (zie samenvatting onder c).

Verdelen we nu de fracturen naar behandelingsmethoden en klachten en functiestoornissen, dan ontstaat het volgende beeld.

Tabel 26. Patiënten verdeeld naar behandelingsmethoden en klachten en functiestoornissen.

	conservatief	operatief	totaal
klachten en functiestoornissen	16 (129)	25 (87)	41
geen klachten en functiestoornissen	32 (90)	86 (104)	118
totaal	48	111	159

$\chi^2 = 1,988$, n.s.

Conclusie: Het blijkt dat de conservatief behandelde patiënten niet minder klachten en functiestoornissen vertonen dan de operatief behandelde patiënten.

Of hier sprake is van een gunstige invloed van de fixateur externe op de prognose van de onderbeenfractuur, kan niet met zekerheid gezegd worden. Daarvoor zou meer vergelijkend onderzoek betreffende fracturen met gelijke anatomische kenmerken en verschillende behandelingsmethoden noodzakelijk zijn.

Samenvatting f:

De prognose van de onderbeenfractuur wordt, wat betreft klachten en functiestoornissen, bepaald door de anatomische kenmerken van de fractuur.

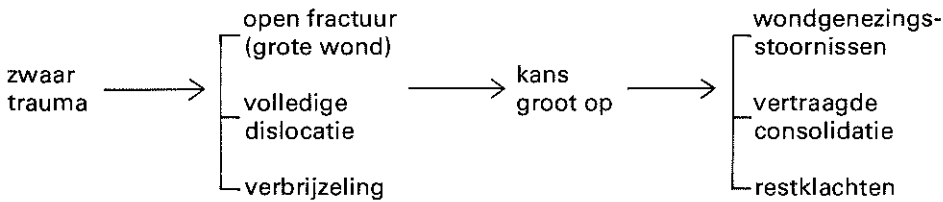
De kans op klachten en functiestoornissen is groter bij aanwezigheid van prognostisch ongunstige anatomische kenmerken. (veel dislocatie, grote wond en verbrijzeling).

De mogelijkheid dat deze kans op klachten en functiestoornissen bij behandeling van de fractuur met de fixateur externe van Hoffmann kleiner is dan bij conservatieve behandeling, moet als een reële mogelijkheid gezien worden.

Samenvatting statistisch onderzoek:

De door anderen reeds beschreven relatie tussen anatomische kenmerken van de onderbeenfractuur en de prognose van deze fractuur werd in dit onderzoek bevestigd.

Na een zwaar trauma is de kans groot dat een fractuur optreedt met een combinatie van prognostisch ongunstige kenmerken. Deze heeft op alle aspecten van de genezing een ongunstige invloed, d.w.z.: zij verhoogt de kans op infectieuze complicaties, een lange consolidatieduur en het blijven bestaan van klachten na beëindiging van de behandeling. Dit kan schematisch als volgt worden weergegeven:



De fracturen met prognostisch ongunstige kenmerken werden voornamelijk met de fixateur externe van Hoffmann behandeld en fracturen met prognostisch gunstige kenmerken werden voornamelijk conservatief behandeld.

Het statistisch onderzoek kan de conclusie ondersteunen dat bij primaire behandeling van open onderbeenfracturen met de fixateur externe niet meer wondgenezingsstoornissen optraden dan bij open fracturen die in dit onderzoek primair op conservatieve wijze werden behandeld.

Een positieve of negatieve invloed van behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe van Hoffmann op de consolidatieduur kon niet worden vastgesteld.

Comminutieve en 'kort/schuine' fracturen vertonen de langste consolidatieduur.

De mogelijkheid is aanwezig dat, ten opzichte van de conservatieve methode, de behandeling van de onderbeenfractuur met de fixateur externe van Hoffmann de kans op restklachten vermindert.

Hoofdstuk 7. Resultaat.

1. Inleiding.
2. Anatomisch resultaat.
3. Functioneel resultaat.
4. Eindresultaat.

1. Inleiding.

Op twee buitenlandse arbeiders na, van wier behandeling het functionele resultaat niet bekend is (zij zijn overigens genezen uit de behandeling ontslagen en weer in het arbeidsproces opgenomen), zijn alle patiënten bij het na-onderzoek betrokken geweest.

De vier fracturen die met een A.O.-plaat werden behandeld, zijn in de tabellen over het anatomische resultaat, het functionele resultaat en het eindresultaat opgenomen.

Na beëindiging van de behandeling blijft iedere patiënt gedurende een bepaalde periode klachten houden. De ernst van de aandoening en het verloop van de behandeling oefenen een invloed uit op de mate waarin deze klachten optreden. Een langdurige behandeling voor een geïnfecteerde pseudoarthrose veroorzaakt irreversibele, functionele stoornissen waardoor de kwaliteit van de extremiteit als geheel tot een minimum daalt. Minder in het oog springende verwondingen veroorzaken vaak moeilijk te interpreteren restklachten, zoals littekens die 'weervoorspellers' blijven, of soms moeilijk te omschrijven sensaties bij druk op het been, terwijl een sportman gedurende lange tijd hinder ondervindt bij het starten.

De psychische beleving van het genezingsproces oefent eveneens een invloed uit. Sommige patiënten splitsen als het ware hun getroffen extremiteit af van het lichaam en passen tengevolge daarvan hun 'genezen' extremiteit maar moeilijk opnieuw in het lichaamsschema in, waardoor het bewegingspatroon van de extremiteit lange tijd gestoord is (Schilder 1923, Merleau Ponty 1945).

De tijdsduur die nodig is om de extremiteit weer in te voegen in het lichaamsschema, verschilt van patiënt tot patiënt en is afhankelijk van constitutionele pre-disposities. Wanneer men met deze pre-disposities geen rekening houdt, kan er een schijnbare discrepantie ontstaan tussen de ernst van de aandoening en de prestaties van de patiënt. Ook de aard van de werkzaamheden die de patiënt moet verrichten, bepaalt mede de mate waarin de klachten naar voren gebracht worden.

Sociale verhoudingen en vooral verhoudingen op de arbeidsmarkt bepalen of de patiënt zijn werk kan hervatten. Oudere patiënten met geringe klachten kunnen, via de wet arbeidsongeschiktheid, uitgesloten worden van het arbeidsproces. In feite wordt hier een vervroegd pensioen toegestaan.

Soms is dat een reële oplossing, maar wel worden sociale implicaties als maatstaf voor het

eindresultaat van fractuurbehandelingen er minder betrouwbaar door.

Het na-onderzoek van de patiënten volgde zo snel op de beëindiging der behandeling, dat een deel van de klachten, dat in de loop der jaren zal verdwijnen, betrokken is in het oordeel over het eindresultaat.

Daar staat tegenover dat de klachten, die in latere jaren kunnen optreden, niet in de beoordeling verwerkt zijn.

Het röntgenonderzoek kan informatie geven over de anatomie van de tibia, de anatomie van de weke delen openbaart zich in de functie van het onderbeen, enkel en voet.

2. Anatomisch resultaat (zie tabel 27).

Bij de beoordeling van het anatomisch resultaat werd gelet op de volgende anatomische kenmerken:

— Amputaties (aantal 1).

Volledige gegevens over primaire en secundaire amputaties ontbreken meestal in de literatuur over open onderbeenfracturen. De vermelding van het percentage amputaties (primair en secundair) in een fractuurserie is onmisbaar voor een reële beoordeling van het percentage osteomyelitis van de betreffende fractuurserie (Urist e.a. 1954).

— Consolidatie van de fracturen (aantal 163).

Herstel van de continuïteit van de tibia was een van de oogmerken van de behandeling. De gemiddelde consolidatieduur is ter sprake gekomen in hoofdstuk 5, afd. 1 en 2. De consolidatieduur van elke fractuur afzonderlijk is in beeld gebracht door middel van staafdiagrammen (hoofdstuk 8, blz. 100 t/m 105).

— Asdeviaties (aantal 19).

De zijdelingse verplaatsing van de fractuurfragmenten komt ter sprake in de nabeschouwing over de consolidatieduur van de fracturen. Binnen de marge van een halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing treden geen klachten op. Projecties van de fractuur in voor-achterwaartse en zijdelingse richting geven geen nauwkeurig beeld van de hoekstand van de fractuur (de projecties in twee richtingen zijn overigens voor de dagelijkse praktijk wel voldoende). Theoretisch zou het juister zijn bij doorlichting het onderbeen te draaien tot de hoek zich het grootst projecteert en dan een opname te maken. Bij twee patiënten kon, op deze manier gemeten, een hoekstand van meer dan 10° worden vastgesteld: één fractuur met een hoekstand van 14° (varus en recurvatie) en één fractuur met een hoekstand van 12° (varus en antecurvatie).

De overige asdeviaties, in de tabel opgenomen, zijn groter dan 6°, maar kleiner dan 10°. Deviaties minder dan 6° werden buiten beschouwing gelaten.

Van het totaal van negentien patiënten met een hoekstand van meer dan 6° werden er twaalf behandeld met de fixateur externe. Eén van deze twaalf patiënten vertoonde een hoekstand van meer dan 10°. Bij vier van deze twaalf patiënten ontstond de hoekstand in de fase van de gipsbehandeling. Na verwijdering van de fixateur externe waren niet alle fracturen 'vast', waardoor in het gipsverband nog een angulatie kon ontstaan.

De twee patiënten met een hoekstand van meer dan 10° van de fractuur hadden klachten rond het enkelgewricht. De overige patiënten met asdeviaties hadden geen klachten.

Tabel 27. Anatomisch resultaat.

		84 (+1) gesloten fracturen	79 open fracturen
Amputaties	primair	(1)	0
	secundair	0	0
Consolidatie van de fractuur		84	79
Asdeviaties $> 6^\circ < 10^\circ$	recurvatie	3	4
	antecurvatie	2	0
	varus	2	1
	varus en antecurvatie	4	0
	valgus	1	0
Asdeviaties $> 10^\circ < 15^\circ$	varus en recurvatie	0	1
	antecurvatie en varus	0	1
Rotatie-afwijkingen $< 15^\circ$		2	1
Atrofie bovenbeen > 2 cm		6	9
Verkortingen	tussen 0 en 15 mm	9	12
	tussen 15 en 20 mm	4	2
	meer dan 20 mm	0	0
Veneuze circulatie	chronisch oedeem	3	5
	toegenomen pigmentaties	3	5
	toegenomen varices	1	3
Aspect extremiteit	ontsierend litteken	1	16
	fistels fractuurzone	0	1
	fistels schroefkanalen fixateur externe	0	0

— *Rotatie-afwijkingen (aantal 3).*

De rotatie wordt gemeten met de knie in 90° flexie, waarbij het onderbeen over een tafelrand hangt. Daarna brengt de patiënt de voet in dorsaal flexie. Is er een verschil tussen links en rechts, van de hoek, gevormd door een vlak langs de mediale voetrand en het sagitale vlak, dan wijst dit op een rotatieafwijking van de fractuurfragmenten. Twee patiënten met een exorotatiestand van het distale fractuurfragment hadden klachten en het eindresultaat werd daarom als matig geregistreerd.

— *Atrofie bovenbeen (aantal 15).*

De omtrek van het bovenbeen werd gemeten 20 centimeter proximaal van de gewrichtsspleet van de knie. De atrofie veroorzaakte geen klachten of functiestoornissen.

— *Verkorting (aantal 27).*

Verkorting van meer dan 2 centimeter zijn niet opgetreden. Klachten bij geringere verkorting kwamen niet voor. Bij een verkorting tussen 0 mm en 15 mm werd het eindresultaat als 'goed' geregistreerd.

— *Veneuze en arteriële circulatie.*

Pigmentaties van het onderbeen zijn niet altijd het gevolg van een veneuze insufficiëntie. Huidaandoeningen die in het gipsverband kunnen ontstaan, veroorzaken eveneens lichtbruine, vlekkelijke pigmentaties, vooral aan de dorsale zijde van het onderbeen. Chronisch oedeem ging vaak samen met eerder moe zijn en beperkingen van het bovenste en/of onderste spronggewricht.

Het voelen van de pulsaties onder de malleolus medialis en op de voetrug van respectievelijk de arteria tibialis en de arteria dorsalis pedis geeft wel een redelijk beeld van de circulatie, maar deze arteriën zijn niet altijd palpabel, ook al is de circulatie voldoende. Bij chronisch oedeem en vooral na een fractuur van de malleolus medialis is het palperen van de arteria tibialis posterior meestal onmogelijk. Bij geen enkele patiënt zijn claudicatieklachten ontstaan na behandeling voor een onderbeenfractuur. De arteriële circulatie is daarom als rubriek in de tabel 'anatomisch resultaat' weggelaten.

— *Aspect extremitet.*

De littekens van de wonden die ontstaan zijn door het ongeval, kunnen geen afbreuk doen aan de behandeling; zij zijn niet te voorkomen. De behandelingsmethode van dit onderzoek maakt incisies overbodig. Er ontstaan wel littekens door de botschroeven van de fixateur externe. Na enkele jaren zijn deze littekens nauwelijks meer waarneembaar. Geen enkele vrouwelijke patiënt heeft over deze littekens haar ongenoegen uitgesproken. Indien de oorspronkelijke verwonding van de weke delen bij opname zeer uitgebreid was, ontstaan daardoor functionele stoornissen en pijnklachten. Deze patiënten zijn in de beoordeling van het eindresultaat opgenomen. Een fistel in de fractuurzone gaat gepaard met osteomyelitis.

Osteomyelitis werd geregistreerd als een slecht eindresultaat.

3. Functioneel resultaat (zie tabel 28).

Het percentage patiënten met nevenletsels is zo hoog (47%) dat nauwelijks gesproken kan worden van een beoordeling van één geïsoleerde fractuurbehandeling. Het functionele resultaat geeft dan ook een beeld van het herstel van de extremiteit, waarbij de invloed van nevenletsels op het resultaat niet uitgesloten is.

Functiestoornissen worden voor een groot gedeelte verklaard door anatomische afwijkingen. Dit geldt ook voor de trofische afwijkingen rond het enkelgewricht. Daarbij laten we in het midden of hier gesproken moet worden van traumatische osteoporose of van traumatische atrofie of van dystrofie; zeker is dat deze trofische aandoeningen gepaard gaan met pathologische veranderingen in weke delen en bot (Lacroix 1963, 1964, Chapchal 1965, Nilsson 1959, Falkenberg 1961).

Nog meer geldt dit voor anatomische afwijkingen in de zin van hoekstanden van de fractuur en rotatieafwijkingen van de fractuur, welke eveneens functiestoornissen rond het enkelgewricht kunnen veroorzaken.

Functiestoornissen en anatomische afwijkingen kunnen weliswaar geïsoleerd geregistreerd worden, zij resulteren — indien het afwijkingen van betekenis zijn — uiteindelijk in een stoornis in het gaan van de patiënt.

Bij de beoordeling van het functionele resultaat werd gelet op de volgende kenmerken (zie tabel 28).

— *Pijnklachten zonder bewegingsbeperkingen (aantal 12).*

Deze klachten zijn voornamelijk rond het enkelgewricht gelokaliseerd (8) en voor een gering deel rond het kniegewricht (4).

Bij 4 patiënten met klachten over enkel en voetwortel kon een duidelijke oorzaak worden vastgesteld. Twee patiënten hadden een hoekstand van de fractuur en twee patiënten vertoonden rotatie-afwijkingen. De overige vier patiënten hadden vage klachten rond het enkelgewricht, welke het lopen of sporten niet belemmerden. Bij de vier patiënten met klachten over het kniegewricht kon slechts in één geval een diagnose worden gesteld, namelijk een meniscuslaesie.

Naast de genoemde oorzaken voor klachten over enkel en knie moeten ook traumata van deze gewrichten op het moment van het ongeval in beschouwing worden genomen. Deze letsels van enkel en knie onttrekken zich gemakkelijk aan de diagnostiek, wanneer de patiënt met een onderbeenfractuur wordt opgenomen (bandlaesies zonder fracturen).

— *Ischaemische contractuur (aantal 3).*

Deze patiënten zijn beschreven in hoofdstuk 5, blz. 46. De twee patiënten met een contractuur van de buigers van het onderbeen zijn beiden weer in het arbeidsproces opgenomen. Een van deze twee patiënten (16 jaar) heeft echter een ander beroep gekozen dan hij aanvankelijk voor ogen had. De patiënt met een contractuur van de extensor hallucis (operatief gecorrigeerd) werkt en bedrijft sport als voorheen.

— *Bewegingsbeperkingen, al of niet met pijnklachten (aantal 24).*

De beweeglijkheid van het bovenste spronggewricht werd vergeleken met die van hetzelfde gewricht aan de gezonde zijde. Twee scharnierende plankjes met gradenboog dienden als meetinstrument. Gezien de onnauwkeurigheid van deze meetmethode werd een indeling gemaakt in minder dan een derde beperkt en meer dan een derde beperkt.

Van het onderste spronggewricht werd iedere beperking geregistreerd, ongeacht de mate van beperking van de beweeglijkheid.

De bewegingsbeperkingen van het kniegewricht (flexiebeperking na femurfracturen) werden weer met de gradenboog gemeten.

Bij 21 patiënten werden beperkingen van de beweeglijkheid van bovenste en/of onderste spronggewricht geconstateerd. Opmerkelijk is, dat dit niet altijd gepaard ging met klachten.

Een deel van deze patiënten (aantal 9) had de beperkte beweeglijkheid van het bovenste spronggewricht zelfs niet opgemerkt. Beperkingen van het onderste spronggewricht gingen steeds samen met beperkingen van het bovenste spronggewricht.

Bij drie patiënten werd een beperkte flexie van minder dan 30° van het kniegewricht gevonden. Deze drie patiënten hadden naast de onderbeenfractuur tevens een bovenbeenfractuur. Deze beperkingen veroorzaakten eveneens geen klachten.

Tabel 28. Functioneel resultaat.

		84 gesloten fracturen	79 open fracturen
1 Pijnklachten zonder bewegingsbeperkingen	bovenste spronggewricht	2	5
	onderste spronggewricht		1
	knée	2	2
2 Contracturen	buigders onderbeen		2
	extensoren onderbeen	1	
3 Bewegingsbeperkingen (al of niet met pijnklachten)	bovenste spronggewricht minder dan een derde beperkt	4	10
	bovenste spronggewricht meer dan een derde beperkt	2	5
	onderste spronggewricht beperkt	2	2
	knée beperkt	1	2
4 Gang gestoord	pijnklachten of moeheid bij lopen, werken of sporten	9	11
	loopt met stok		2

— Gang van de patiënt gestoord (aantal 22).

Deze klachten bestaan uit moeheid of pijn. Zij kunnen reeds na het afleggen van een korte afstand optreden of pas na zware arbeid of sport. Hieruit blijkt dat de intensiteit van de klachten en de beperkingen die daardoor aan de patiënt worden opgelegd, sterk

kunnen variëren. Van 22 patiënten met stoornissen in het gaan, werken 16 patiënten als voorheen en slechts 2 patiënten lopen met een stok.

Een klein gedeelte van de klachten wordt door pijn alleen veroorzaakt, het grootste gedeelte van de patiënten met stoornissen in het gaan heeft anatomische en/of functionele afwijkingen. Achtereenvolgens werden de volgende afwijkingen bij deze 22 patiënten gevonden:

- 6 patiënten met een bewegingsbeperking van het bovenste spronggewricht voor meer dan een derde, gecombineerd met: pijnklachten (4 maal), bewegingsbeperking van het subtalaire gewricht (3 maal, waarvan 1 calcaneusfractuur), ischaemische contractuur (1 maal), osteomyelitis (1 maal), peroneuslaesie (1 maal).
- 5 patiënten met een bewegingsbeperking van het bovenste spronggewricht voor minder dan een derde, gecombineerd met: pijn (4 maal), bewegingsbeperking onderste spronggewricht (1 maal).
- 2 patiënten met hoekstanden en klachten rond enkel en voetwortel.
- 2 patiënten met rotatie-afwijkingen en klachten rond de enkel.
- 2 patiënten met knieklachten: in 1 geval veroorzaakt door een lage, gecompliceerde femurfractuur en bij de andere patiënt veroorzaakt door een laesie van de laterale meniscus.
- 2 patiënten met een ischaemische contractuur en zeer weinig klachten. Een patiënt met een lichte flexiecontractuur van de musculus flexor digitorum communis en één patiënt met een (gecorrigeerde) contractuur van de musculus extensor hallucis.
- 1 patiënt met een spastische parese (7 weken coma door hersenletsel).
- 1 patiënt met een ernstig oedeem en pijnklachten zonder beperkingen van de beweeglijkheid van enkel of knie.
- 1 patiënt met pijnklachten over enkel en knie zonder beperkingen van de beweeglijkheid.

De tabel over het functionele resultaat heeft betrekking op 38 patiënten. Naast deze 38 patiënten zijn er nog 3 patiënten met klachten ter hoogte van de fractuur, in de loge van de tibialis anterior. Ze werden veroorzaakt door respectievelijk een uitstekend botfragment, een spierhernia van de musculus tibialis anterior en een vergroeiing van het litteken met de tibialis anterior. De klachten zijn van geringe betekenis. Deze patiënten werken en bedrijven sport als voorheen.

Het totaal van 41 patiënten met klachten en functiestoornissen werd besproken in het statistisch onderzoek.

4. Eindresultaat.

Voor de beoordeling van het resultaat van de behandeling van onderbeenfracturen is geen standaardmethode voorhanden. De behoefte daartoe wordt wel gevoeld, zeker als men de resultaten van verschillende onderzoeken onderling wil vergelijken (Karlström en Olerud 1974). Voordat een standaardmethode voor de beoordeling van het resultaat kan worden ingevoerd, is het noodzakelijk dat de beschrijving van de fracturen uniform is. Het resultaat is immers in sterke mate afhankelijk van de aard van de fracturen die men behandelde. Duidelijke pogingen om tot een zinvolle indeling en beschrijving van onderbeenfracturen te komen, werden reeds ondernomen door Ellis (1958), Cauchoix (1957) en Per Edwards (1965).

Het ontbreken van vaste criteria voor het vaststellen van het eindresultaat houdt in, dat een keuze gemaakt moet worden uit de aanwezige gegevens. Het anatomische en functionele resultaat heeft voor ons zeer zwaar gewogen. Afwijkingen van enige betekenis in anatomie en/of functie komen, zoals gebleken is, tot uitdrukking in een

stoornis in het gaan van de patiënt. Afwijkingen van de gang van de patiënt kunnen langs optische, mechanische of elektrische weg geregistreerd worden (Van Linge 1966, Van Hussen 1973). Door de stoornissen op deze wijze te registreren zouden meer objectieve gegevens verzameld kunnen worden, van waaruit dan het eindresultaat kan worden bepaald. Wij zijn daar in dit onderzoek niet aan toe gekomen, zodat subjectieve interpretaties onvermijdelijk zijn.

Criteria voor de beoordeling van het resultaat.

— De gang van de patiënt.

Op grond van klachten bij lopen, arbeid of sport, ongeacht de aard en lokalisatie van de klachten, is aangenomen dat de gang gestoord was. Het blijkt dat bij bijna alle patiënten met een gestoorde gang anatomische en/of functionele afwijkingen aanwezig zijn (zie onder: functioneel resultaat). De stoornis in het gaan kan als de resultante van anatomische en functionele afwijkingen beschouwd worden en is daarom een goed criterium voor de beoordeling van het eindresultaat, dat, waar deze stoornis zich voordoet, als matig wordt beschouwd.

— Sociale implicaties.

Hieronder verstaan we de eventuele maatschappelijke gevolgen die door de aandoening worden veroorzaakt. Beperkt werken, niet werken, verandering van baan (omscholing) geven een aanwijzing over de ernst van de klachten. De sociale implicaties zijn daarom als criterium gebruikt.

Wanneer sociale implicaties aanwezig waren, werd het resultaat als slecht bestempeld.

Een indeling in 'goed', 'matig' of 'slecht' werd gemaakt, waarbij rekening werd gehouden met de hierboven beschreven criteria.

'goed': Geen anatomische of functionele afwijkingen van betekenis. Gang ongestoord, geen sociale implicaties.

Dat wil niet zeggen dat er geen anatomische of functionele afwijkingen waren. Patiënten met verkortingen tot 15 mm zijn onder de categorie 'goed' gerekend. Patiënten met een beperking van het bovenste spronggewricht voor minder dan een derde, en door de patiënt zelf niet opgemerkt, (aantal 9) werden eveneens als 'goed' beoordeeld.

De 3 hierboven besproken patiënten met lokale klachten ter hoogte van de fractuur behoren eveneens tot de categorie 'goed', zoals tenslotte ook enkele patiënten met zeer vage en onregelmatig optredende klachten rond enkel- of kniegewricht, waarbij geen anatomische of functionele afwijkingen werden gediagnostiseerd en aan wie dan ook geen beperkingen in sport of arbeid waren opgelegd (aantal 7).

'matig': Anatomische en functionele afwijkingen. Gang van de patiënt gestoord, geen sociale implicaties (uitgezonderd één patiënt).

Van de patiënten met een gestoorde gang werd het resultaat in 15 gevallen als 'matig' bestempeld. In totaal waren er 22 patiënten met een gestoorde gang. Van 7 patiënten moest het resultaat als 'slecht' worden beschouwd.

Alle patiënten met een gestoorde gang zijn besproken onder: functioneel resultaat. De anatomische en functionele afwijkingen zijn daar vermeld. Verkortingen tussen 15 mm en 2 cm werden als 'matig resultaat' gekwalificeerd. Verkortingen van meer dan 2 cm zijn niet voorgekomen. Slechts één patiënt met een matig resultaat werkt niet. Deze patiënt (62 jaar) was huisschilder van beroep en had een beperking van het bovenste spronggewricht voor minder dan een derde. Hij had daarvan slechts klachten wanneer hij de

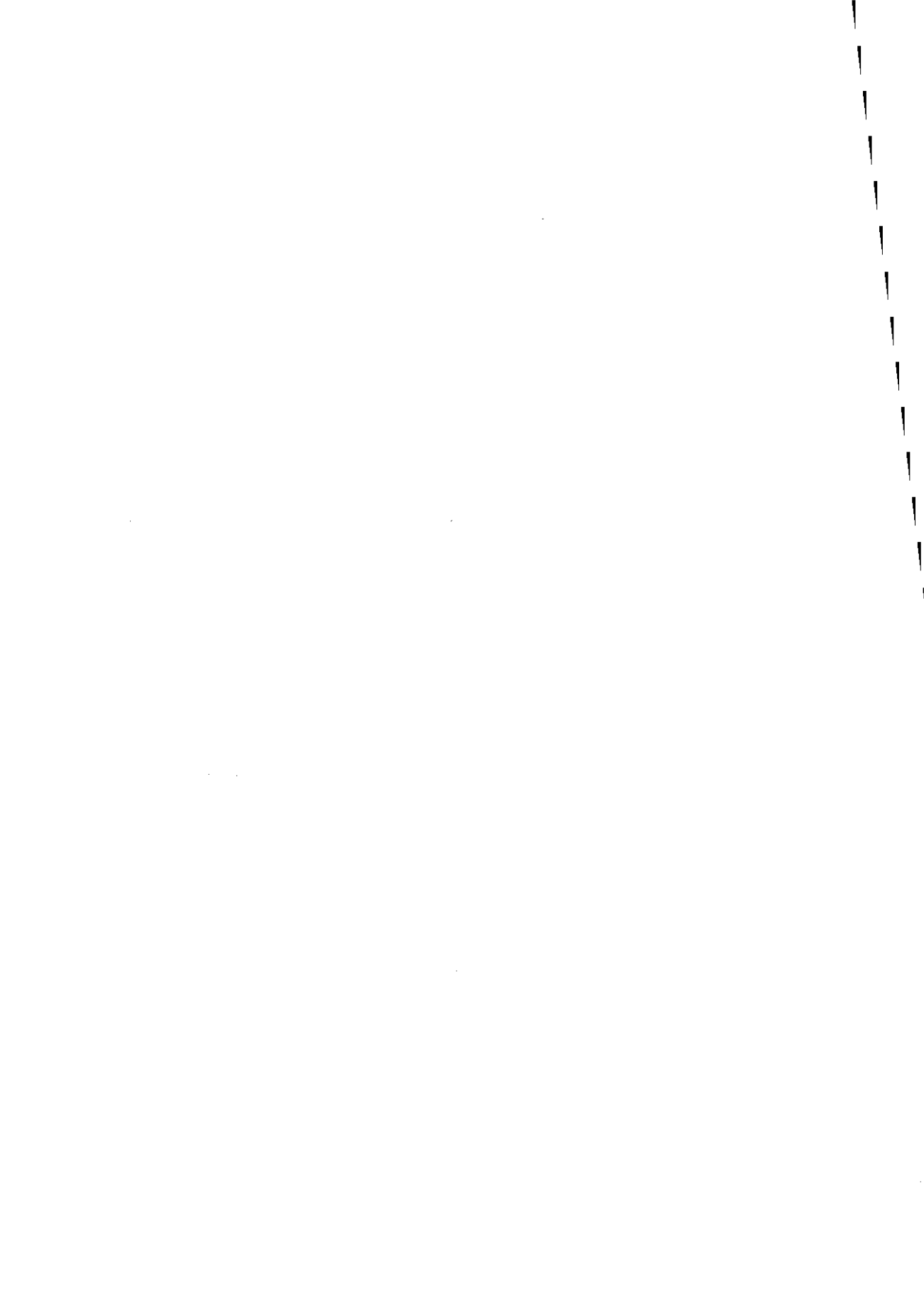
ladder op moest klimmen. Via de W.A.O. werd deze patiënt van het arbeidsproces uitgesloten. In feite werd hier een vervroegd pensioen toegestaan. De overige 14 patiënten verrichten hun werk weer als voorheen.

'slecht': Anatomische en functionele afwijkingen. Gang van de patiënt gestoord, sociale implicaties aanwezig.

Van 7 patiënten werd het resultaat als 'slecht' bestempeld. Van deze 7 patiënten verrichten 2 patiënten een normale dagtaak. De ene patiënt heeft een ischaemische contractuur, draagt een aangepaste schoen en werkt op een kantoor (een ander beroep dan hij zich aanvankelijk had voorgesteld). De andere patiënt werkt in een boekhandel en heeft 's avonds klachten over enkel en voetwortel, wegens een asdeviatie van 14°. Bij deze patiënt hebben wij een osteotomie voorgesteld. De jeugdige leeftijd (16 jaar ten tijde van het ongeval) en de goede werkmotivatie zijn factoren die deze patiënten helpen om voorlopig hun handicap te overwinnen.

Tabel 29. Eindresultaat.

	gesloten fracturen	open fracturen	percentages
goed	76	65	86,5%
matig	7	8	9,2%
slecht	1	6	4,3%
totaal	84	79	100 %



Hoofdstuk 8. Nabeschouwing.

1. Kanttekeningen bij de stabiliteit van fracturen behandeld met de fixateur externe.
2. Wondgenezingsstoornissen en osteomyelitis.

1. Kanttekeningen bij de stabiliteit van fracturen behandeld met de fixateur externe van Hoffmann.

Zoals in de inleiding reeds vermeld is, kan over de stabiliteit van de fractuur, gefixeerd met de fixateur externe, slechts informatie gegeven worden vanuit de klinische ervaring. De waarde daarvan doet niet onder voor proefondervindelijke testen. In dit onderzoek werd weliswaar gestreefd naar een uniforme toepassing van de fixateur externe, doch de plaats van de fractuur en de uitgebreidheid van de wonden noodzaakten tot variaties in de onderlinge afstand van de schroeven, en variaties in de afstand van schroefgroep tot schroefgroep. De voorschriften over de toegepaste techniek werden op het eind van hoofdstuk 3 samengevat (zie blz. 30).

De stabiliteit van de fractuur is niet alleen afhankelijk van de stijfheid (weerstand tegen vervorming) van de fixateur externe. De fractuur zelf, met name het fractuurtype, heeft een invloed op de stabiliteit. Vooral die fracturen waarbij door verhaking na repositie een re-dislocatie bijna onmogelijk is, kunnen profiteren van een extra stabiliteit.

De stabiliteit van de fracturen kan beoordeeld worden naar:

1. De oefen- en belastingsstabiliteit.
2. De consolidatieduur.

1. De oefen- en belastingsstabiliteit.

Onder oefenstabiliteit wordt verstaan de mogelijkheid voor de patiënt, om in bed zijn enkel en knie, vanaf de eerste dag na de operatie, vrij te bewegen. Oefenstabiliteit is bereikt bij 107 patiënten, dat is 96,4%.

Bij vier patiënten werd de stabiliteit van de fractuur onvoldoende geacht en werd een gipsverband toegevoegd om de stabiliteit van de fractuur te verhogen. Twee patiënten van deze vier hadden een fractuur op twee niveaus van de tibia, twee een verbrijzelingsfractuur over een grote lengte van de tibia.

Onder "de fractuurfixatie is belastingsstabiel" wordt verstaan, de mogelijkheid dat de patiënt met twee elleboogsteunen kan lopen, waarbij het getroffen been gedeeltelijk wordt belast. Deze belastingsstabiliteit neemt toe naarmate de consolidatie voortschrijdt. Eén patiënt werd in de beginperiode van het onderzoek na enkele dagen gemobiliseerd en bij deze

patiënt ontstond een infectie rond de meest proximale schroef. Deze ongunstige ervaring, die overigens weinig met de belastingsstabiliteit te maken heeft, maakte ons voorzichtig met het toestaan van vroeg belasten van fracturen die met de fixateur externe behandeld zijn.

Bij een aanzienlijk deel van de patiënten, behandeld met de fixateur externe, werd belasten binnen zes weken toegestaan, namelijk 48 (43%).

Binnen tien weken werd bij 105 patiënten, behandeld met de fixateur externe, belasten toegestaan (95%).

Mobiliseren en gedeeltelijk belasten binnen zes weken zijn mogelijk bij fracturen die na repositie reeds een zekere stabiliteit hebben (dwarse fracturen). Mobiliseren en gedeeltelijk belasten tussen de zesde en de tiende week blijken bij de overige fracturen op grond van röntgenologisch waarneembare voortschrijdende consolidatie verantwoord.

Conclusie: Primaire behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe bewerkstelligt dat reeds enkele uren na de operatie de extremiteit geoefend kan worden. In dit onderzoek werd belasten van de fractuur met de fixateur externe toegestaan. Het tijdstip waarop dit werd toegestaan, verschilde van patiënt tot patiënt.

Hierbij hebben we ons laten leiden door de stabiliteit van de fractuur (fractuurtype) en de mate van consolidatie.

2. De consolidatieduur van de fracturen behandeld met de fixateur externe van Hoffmann.

De methode die men over het algemeen hanteert om de consolidatie van een onderbeenfractuur te bepalen, is onnauwkeurig. De beoordeling van de callus op de röntgenfoto geeft geen zekerheid, temeer niet daar bepaalde fixatiemethoden periostale callusvorming zeer beperken. Een fout van een tot twee maanden in de bepaling van de consolidatie is dan ook niet uitgesloten. Tot deze conclusie komt Zucman (1971), die evenals Jørgensen (1972) buigingsproeven verrichtte om de mate van consolidatie proefondervindelijk te testen.

De consolidatie van onderbeenfracturen, behandeld met de fixateur externe van Hoffmann, gaat over het algemeen gepaard met geringe periostale callusvorming. De callusvorming is vaak zo gering dat van een 'primaire botgenezing' gesproken zou kunnen worden (zie illustratie blz. 90 tot 100). In dit onderzoek werd na verwijdering van de fixateur externe de fractuur nog nabehandeld met een bovenbeens-loopgips. Dit gips werd verwijderd, indien aangenomen kon worden dat de patiënt zonder verder steunende verbanden (maar met twee elleboogsteunen gedurende enkele weken) kon lopen. Bleek op de röntgenfoto de callus goed gestructureerd, dan vormde dat het criterium om het gipsverband te verwijderen. Gezien het hierboven gestelde kan men aannemen dat deze methode om het moment van consolidatie te bepalen, zeer onnauwkeurig is. Daar slechts 4 patiënten na verwijderen van het gipsverband op grond van klachten (pijn, zwelling, warmte) opnieuw met een gipsverband behandeld moesten worden, lijkt de veronderstelling gewettigd, dat menige patiënt wellicht te lang met een gipsverband heeft gelopen. Het aantal refracturen bedroeg 6. Onder een refractuur wordt verstaan, een hernieuwde continuïteitsonderbreking van het bot in de fractuurzone. Bij 4 patiënten ontstond de refractuur door een verkeersongeval en bij slechts 2 patiënten was sprake van een niet adequaat trauma. Dit beperkte aantal refracturen maakt aannemelijk, dat in het algemeen de patiënten zeker niet te kort met gips werden behandeld.

De invloed van de anatomische parameters op de consolidatieduur was toegankelijk voor een statistisch onderzoek. De invloed van de behandelingsmethode op de consolidatieduur is veel moeilijker te bepalen. Bij enkele aspecten die met de consolidatieduur en de behandelingsmethode samenhangen, kunnen kanttekeningen

geplaatst worden.

Achtereenvolgens zijn dat:

- Fractuurtype en consolidatieduur.
- De gemiddelde consolidatieduur van de fractuurserie.
- De invloed van het verwijderen van de fixateur externe omstreeks de tiende tot twaalfde week op de consolidatieduur.
- De invloed van de repositie op de consolidatieduur.

Fractuurtype en consolidatieduur.

Voor dwarse fracturen is een korte consolidatieduur karakteristiek; spiraalfracturen en 'lang/schuine' fracturen hebben een consolidatieduur die rond het gemiddelde ligt, terwijl de comminutieve en 'kort/schuine' fracturen een consolidatieduur hebben, die boven het gemiddelde ligt — zo luidde het resultaat van het statistisch onderzoek. Om de consolidatieduur van alle fracturen overzichtelijk te tonen, zijn staafdiagrammen vervaardigd (zie blz. 100—105). De fractuurtypen zijn gerangschikt naar de prognose van de consolidatieduur. Eerst de dwarse fracturen met de kortste consolidatieduur, dan de spiraalfracturen en de 'lang/schuine' fracturen en vervolgens de comminutieve en 'kort/schuine' fracturen met de langste consolidatieduur.

Volgens het statistisch onderzoek gaan de fractuurtypen 'comminutief' en 'kort/schuin' vaak samen met zwaar letsel, aanwezigheid van een wond en een volledige dislocatie van de fractuur. De vertraging in de consolidatie ontstaat niet door het fractuurtype alléén; het is de combinatie van bovengenoemde factoren, die de vertraging in de consolidatie teweeg brengt. Splitsen we de 'kort/schuine' fracturen af van de comminutieve fracturen en berekenen we de gemiddelde consolidatieduur van beide typen, dan ontstaat het volgende beeld:

De gemiddelde consolidatieduur van alle (open en gesloten) 'kort/schuine' fracturen behandeld met fixateur externe (aantal 16) is 23 weken. De gemiddelde consolidatieduur van alle comminutieve fracturen (open en gesloten), behandeld met fixateur externe (aantal 26) is 18,2 weken.

Uit de staafdiagrammen blijkt dat dit verschil in gemiddelde consolidatieduur tussen deze twee (ongunstige) fractuurtypen is ontstaan door enkele vertraagde consolidaties bij de 'kort/schuine' fracturen. Is dit toevallig?

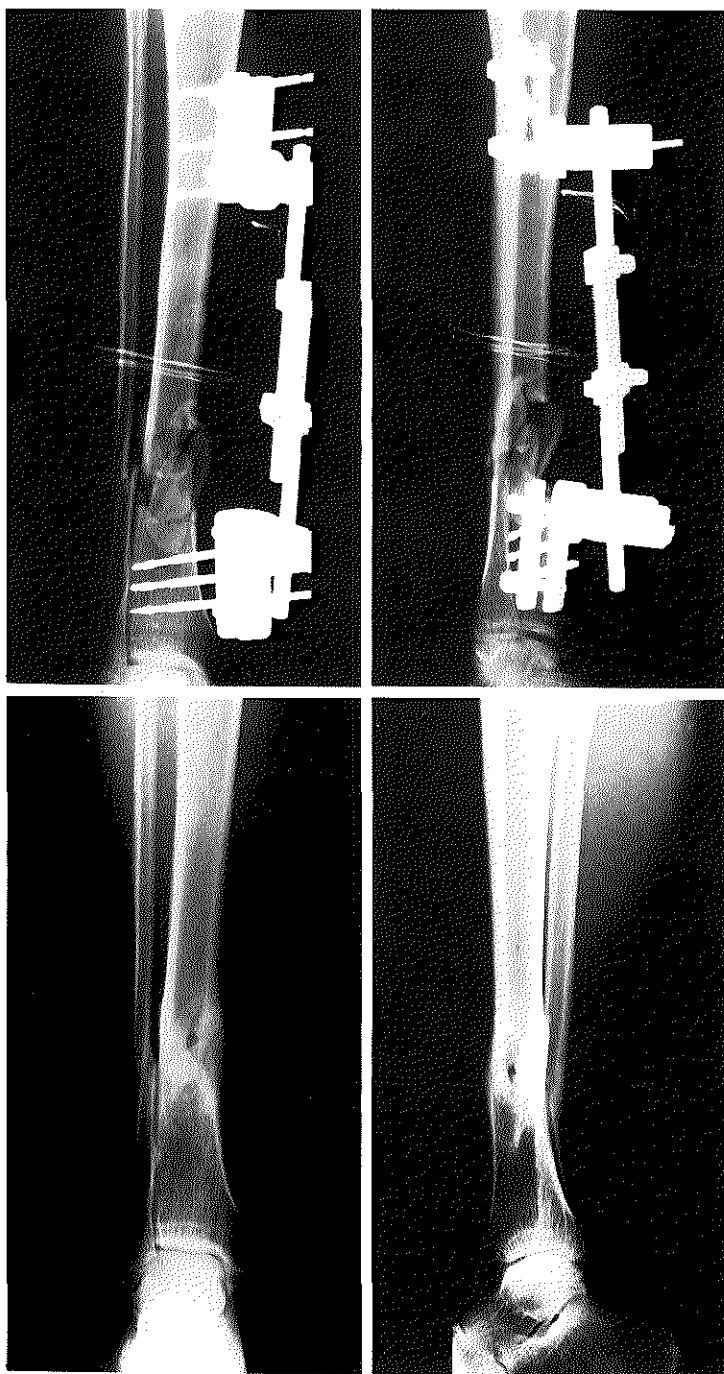
Verbeek en Dubbelman (1961) wezen erop, dat dit fractuurtype, wat betreft de consolidatie, voor verrassingen kan zorgen. Ook Swaan (1970) vermeldde een verhoogde kans op pseudoarthrosen bij dit fractuurtype. Burny en Blois (1965) zagen vertraagde consolidaties bij de 'kort/schuine' fracturen, behandeld met de fixateur externe. Gezien de moeilijkheden met dit fractuurtype bij verschillende behandelingsmethoden kan de kans op vertraagde consolidaties bij de 'kort/schuine' fracturen niet zonder meer aan één behandelingsmethode worden toegeschreven.

De gemiddelde consolidatieduur van 23 weken van de 'kort/schuine' fracturen is dan ook geen reden om deze fracturen van een behandeling met de fixateur externe uit te sluiten. De staafdiagrammen laten zien dat consolidatie van de fracturen bij de verschillende typen met grote regelmaat binnen aanvaardbare tijd is opgetreden.

Patiënt van D. 24 jaar. Bromfietsongeval.

Open fractuur van het rechter onderbeen (grote wond).

Fractuurtype	: Comminutief.
Dislocatie	: Minder dan halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing.
Behandeling	: Binnen 6 uur na ongeval wondtoilet en fractuurfixatie (foto 1 en 2). Partiël belasten na de zesde week toegestaan.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 13 weken.
Duur van de nabehandeling met loopgips	: 3 weken.
Consolidatieduur	: 16 weken.
Epicrise	: De distale borschroeven zijn noodzakelijk dichterbij elkaar geplaatst. De afstand van de proximale schroef van de distale schroefgroep tot de fractuur is minder dan 5 centimeter. Bij distale fracturen is deze techniek gebruikelijk. Twee jaar na het ongeval blijkt de reconstructie van de tibia in een vergevorderd stadium te verkeren (foto 3 en 4).



Patiënt van V. 18 jaar. Auto-ongeval (bestuurder).

Open linker-onderbeenfractuur met grote wond en een gesloten linker-bovenbeenfractuur (foto 1).

Fractuurtype	: Comminutief.
Dislocatie	: Volledige dislocatie.
Behandeling	: Wondtoilet en fractuurfixatie binnen 6 uur na het ongeval (foto 2 en 3). Belasten van de fractuur na de zesde week toegestaan.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 10 weken.
Duur van de nabehandeling met loopgips	: 4 weken.
Consolidatieduur	: 14 weken (foto 4 en 5).
Epicrise	: De asrichtingen van de fractuur zijn na repositie goed. Eén fractuurfragment bevindt zich ver van zijn oorspronkelijke plaats. Deze situatie werd geaccepteerd en leverde voor de consolidatie geen problemen op.

Patiënt S. 46 jaar. Ongeval in zwembad, uitgegleden.

Gesloten fractuur van het linker-onderbeen, waarbij fractuur van de malleolus lateralis (foto 1).

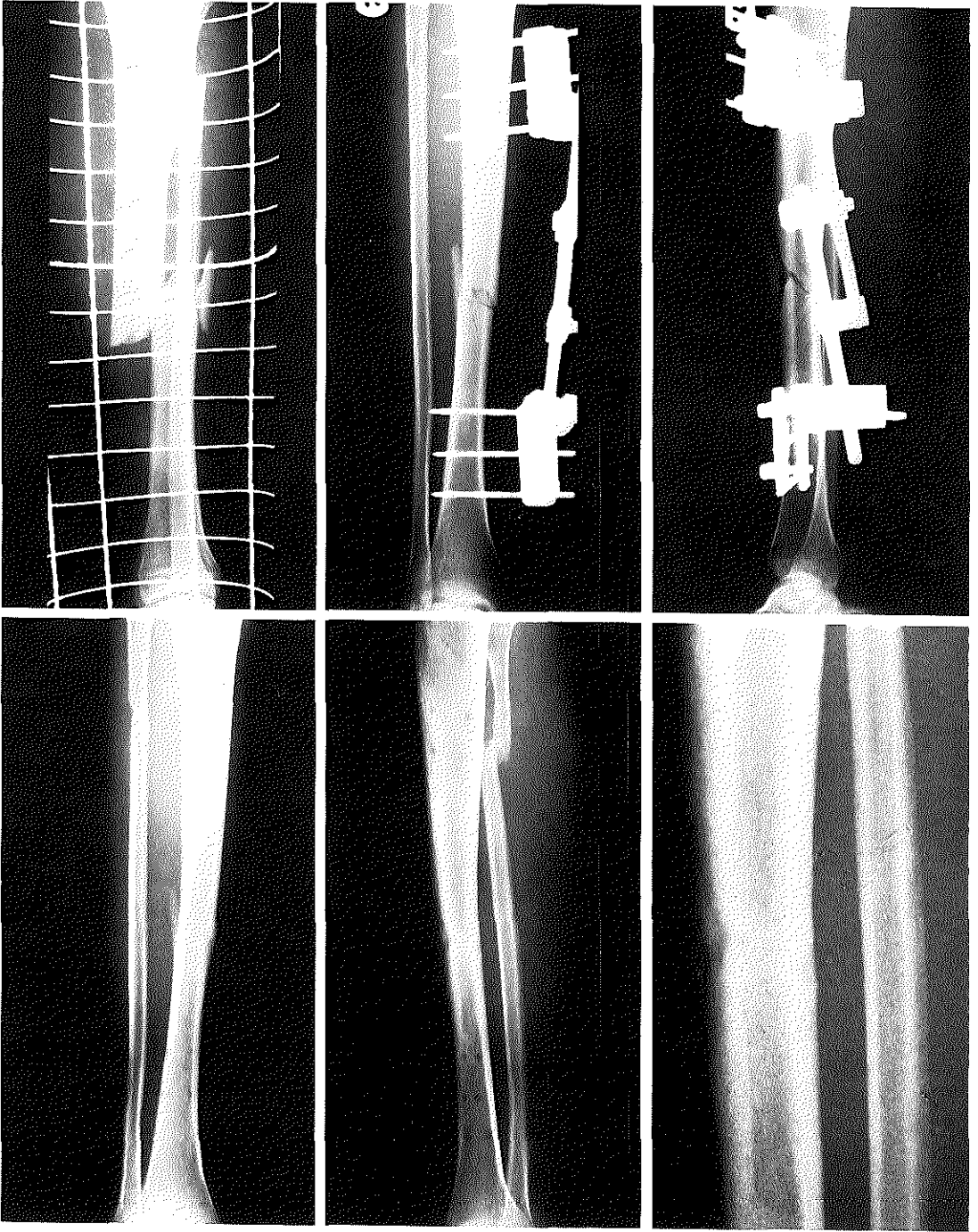
Fractuurtype	: Spiraal.
Dislocatie	: Tussen halve en hele schachtbreedte zijdelingse verplaatsing.
Behandeling	: Meer dan 10 uur na ongeval fractuurfixatie met fixateur externe. Schroef in malleolus lateralis. Gesloten repositie (foto 2 en 3). Belasten na 4 weken toegestaan.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 10 weken.
Duur van de nabehandeling in loopgips	: 4 weken.
Consolidatieduur	: 14 weken (foto 4 en 5).
Epicrise	: Spiraalfracturen zijn zeer geschikt voor een behandeling met de fixateur externe. Bijzondere aandacht hierbij vragen de letsels van het enkelgewricht.



Patiënt van D. 26 jaar. Bromfietsongeval.

Open rechter-onderbeenfractuur met een kleine wond (foto 1).

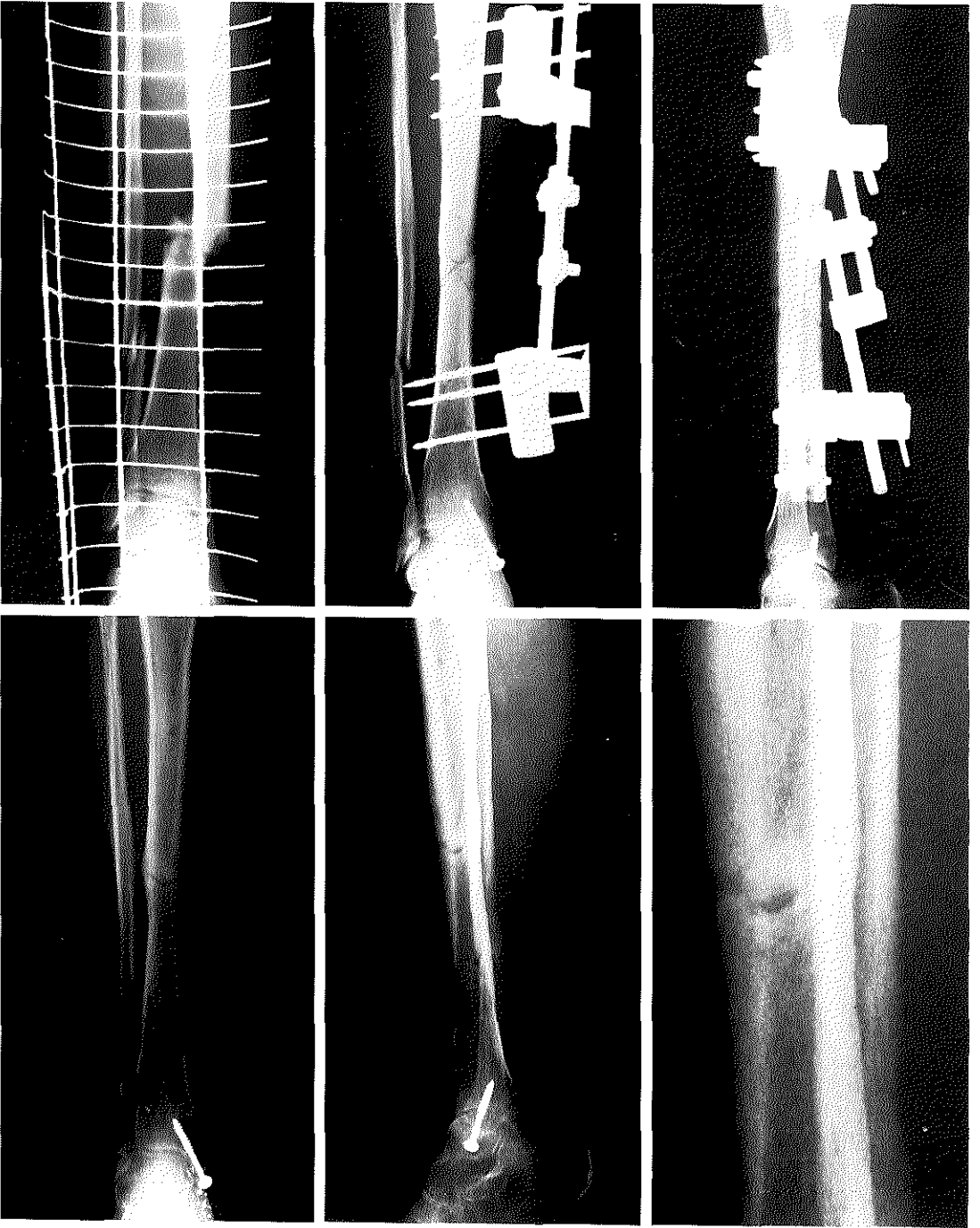
Fractuurtype	: Dwars. (Fracturen die na anatomische repositie door verhaking zeer stabiel zijn, werden onder de dwarse fracturen gerekend).
Dislocatie	: Volledige dislocatie.
Behandeling	: Wondtoilet en fractuurfixatie binnen 6 uur na het ongeval (foto 2 en 3). Binnen 6 weken gemobiliseerd met twee elleboogsteunen, waarbij gedeeltelijk belasten werd toegestaan.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 12 weken.
Duur van de nabehandeling met loopgips	: 7 weken.
Consolidatieduur	: 19 weken (foto 4 en 5).
Epicrise	: Na een bijna anatomische repositie is een primaire botgenezing opgetreden. Het losse fragment aan de ventrale zijde wordt geresorbeerd.



Patiënt V, 52 jaar. Bromfietsongeval.

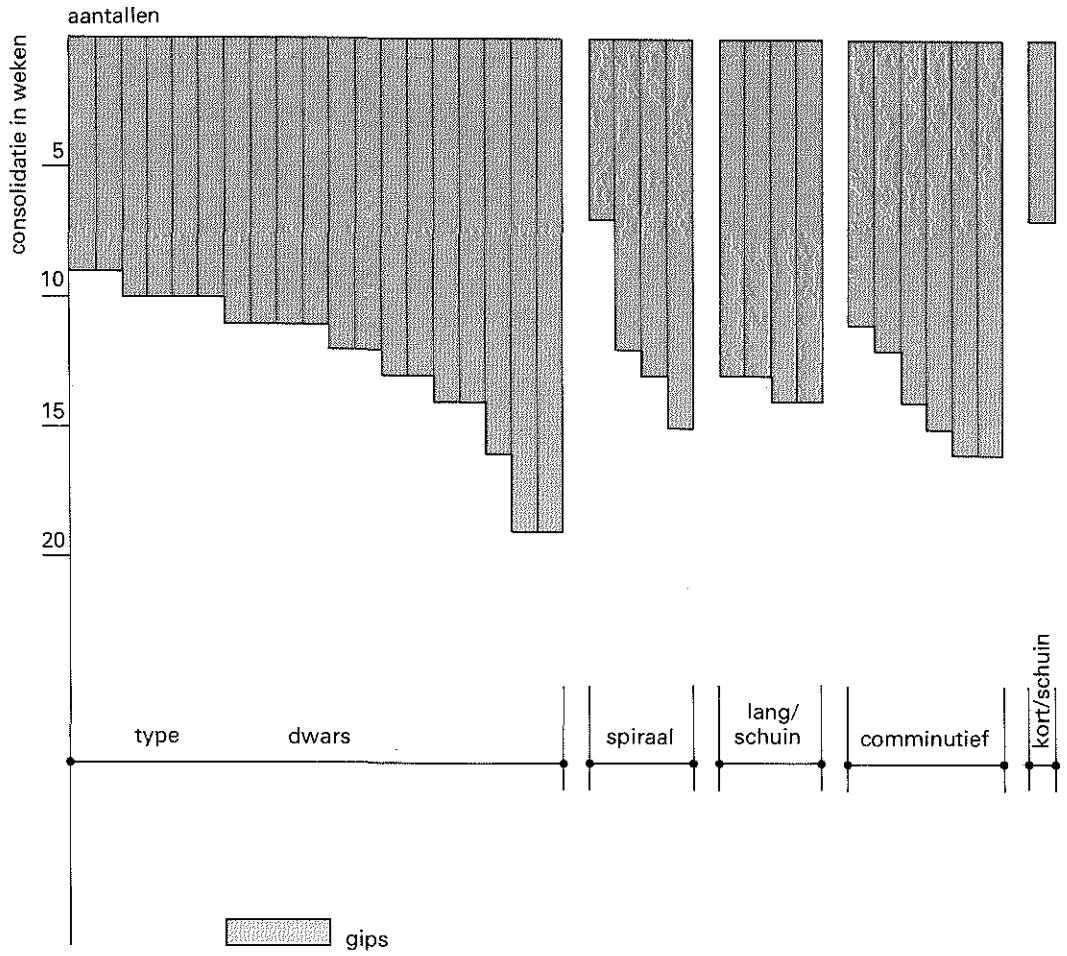
Open rechter-onderbeenfractuur met grote wond, malleolus medialis fractuur rechts, open luxatiefractuur van het gewricht van Lisfranc rechts.

Fractuurtype	: Comminutief (foto 1).
Dislocatie	: Volledige zijdelingse verplaatsing.
Behandeling	: Binnen 6 uur wondtoilet en fractuurfixatie. Na fractuurfixatie blijkt op de röntgenfoto dat eveneens een fractuurlijn zichtbaar is ter hoogte van de distale schroefgroep (foto 2 en 3). De malleolus medialis werd met een schroef gefixeerd. Het gewricht van Lisfranc werd met een Kirschnerdraad gefixeerd. Belasten na 6 weken toestaan.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 14 weken.
Duur van de nabehandeling met loopgips	: 2 weken.
Consolidatieduur	: 16 weken (foto 4 en 5).
Epicrise	: Ondanks letsel van enkel en voet werd bij deze patiënt oefenstabiliteit bereikt. Ook hier bleek de stabiliteit van de fractuur na een anatomische repositie dusdanig, dat primaire botgenezing mogelijk werd.

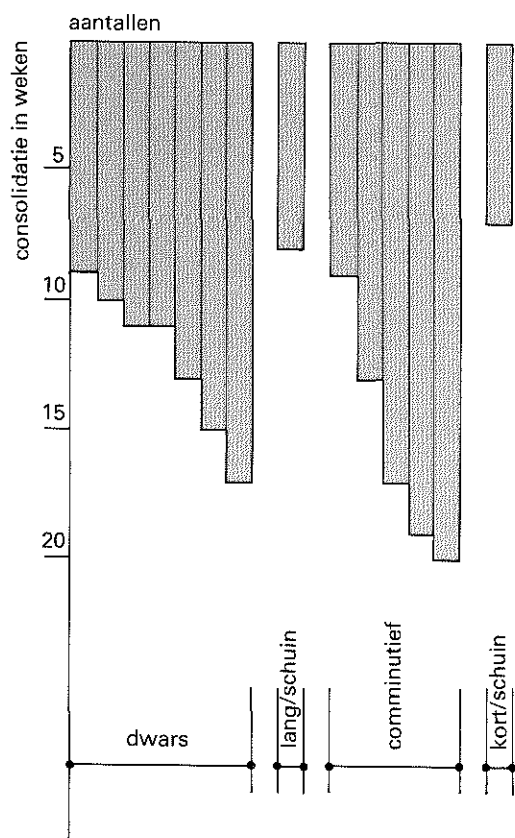


Gesloten fractures,
conservatief behandeld

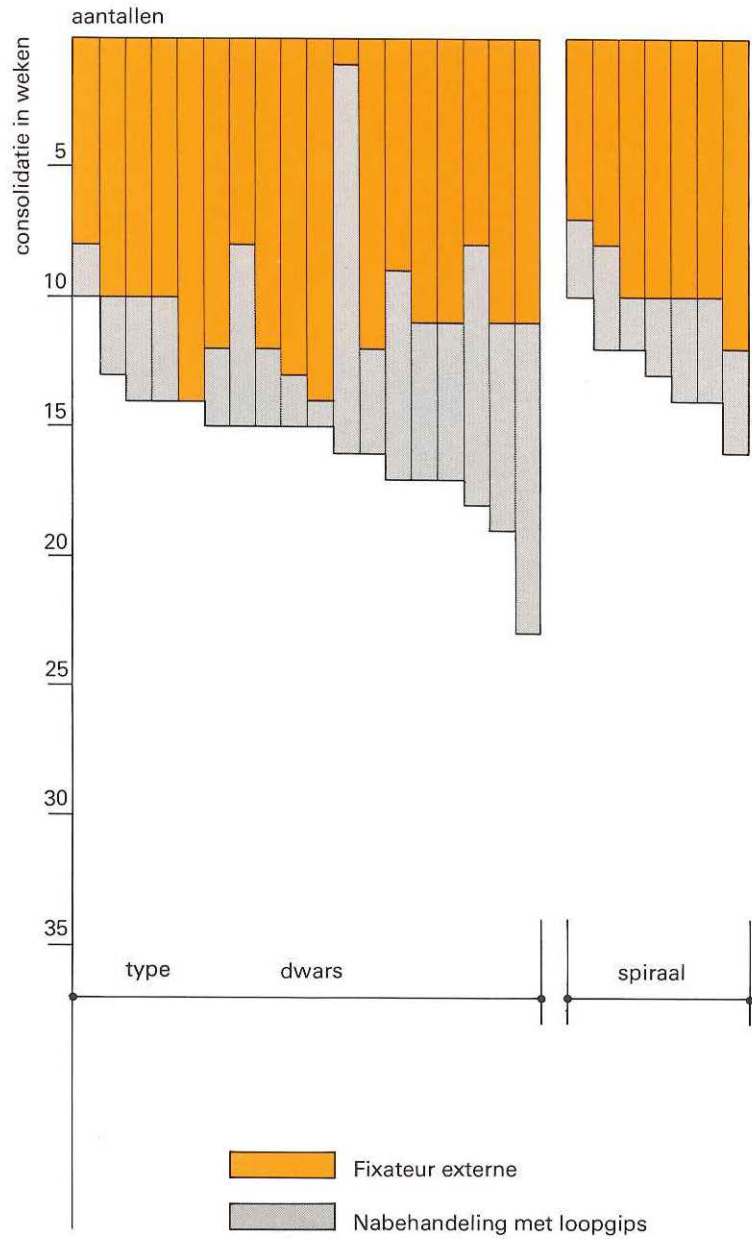
aantal 34



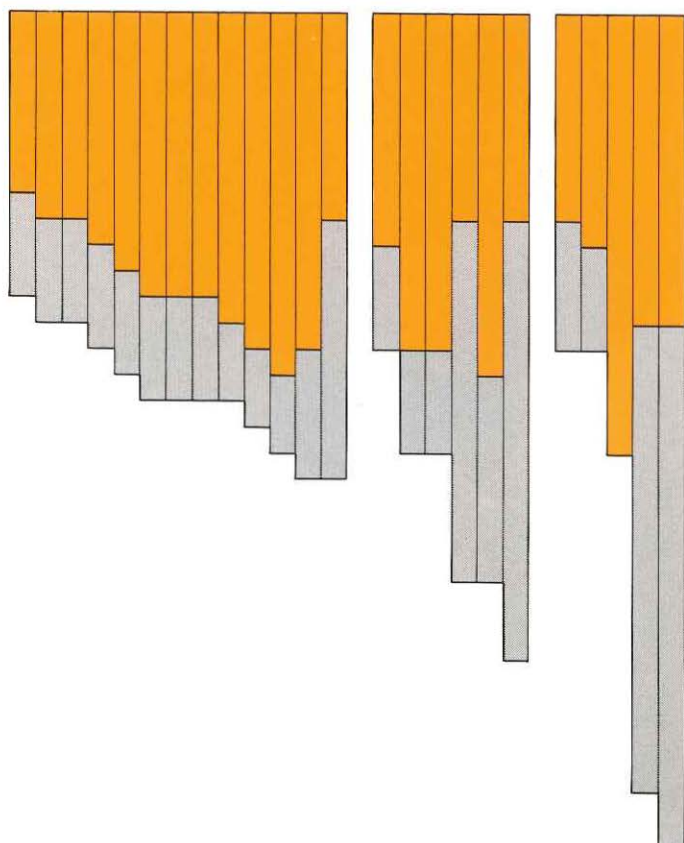
Open fractures,
conservatief behandeld aantal 14



Gesloten fracturen, behandeld met fixateur externe



aantal 49

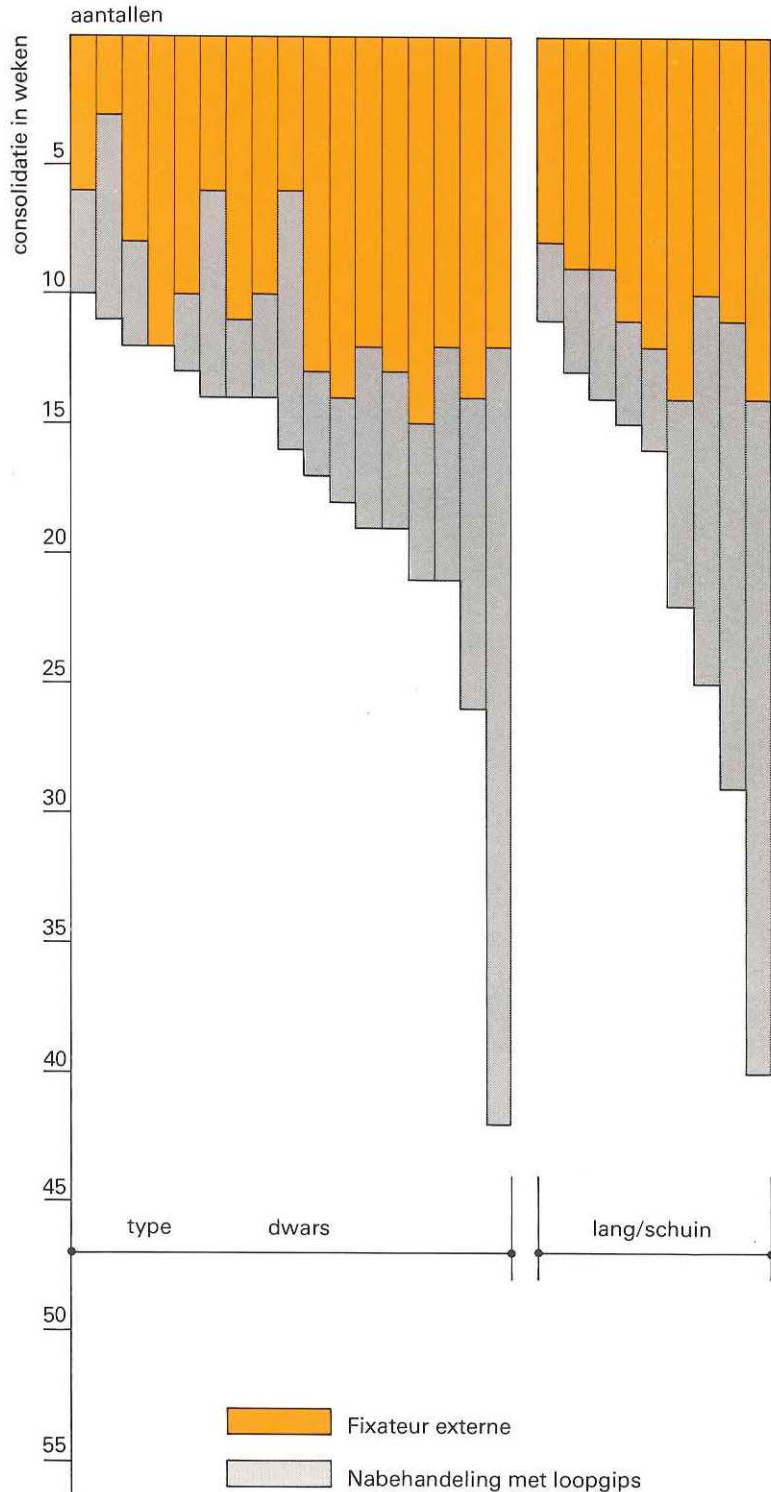


lang/schuin

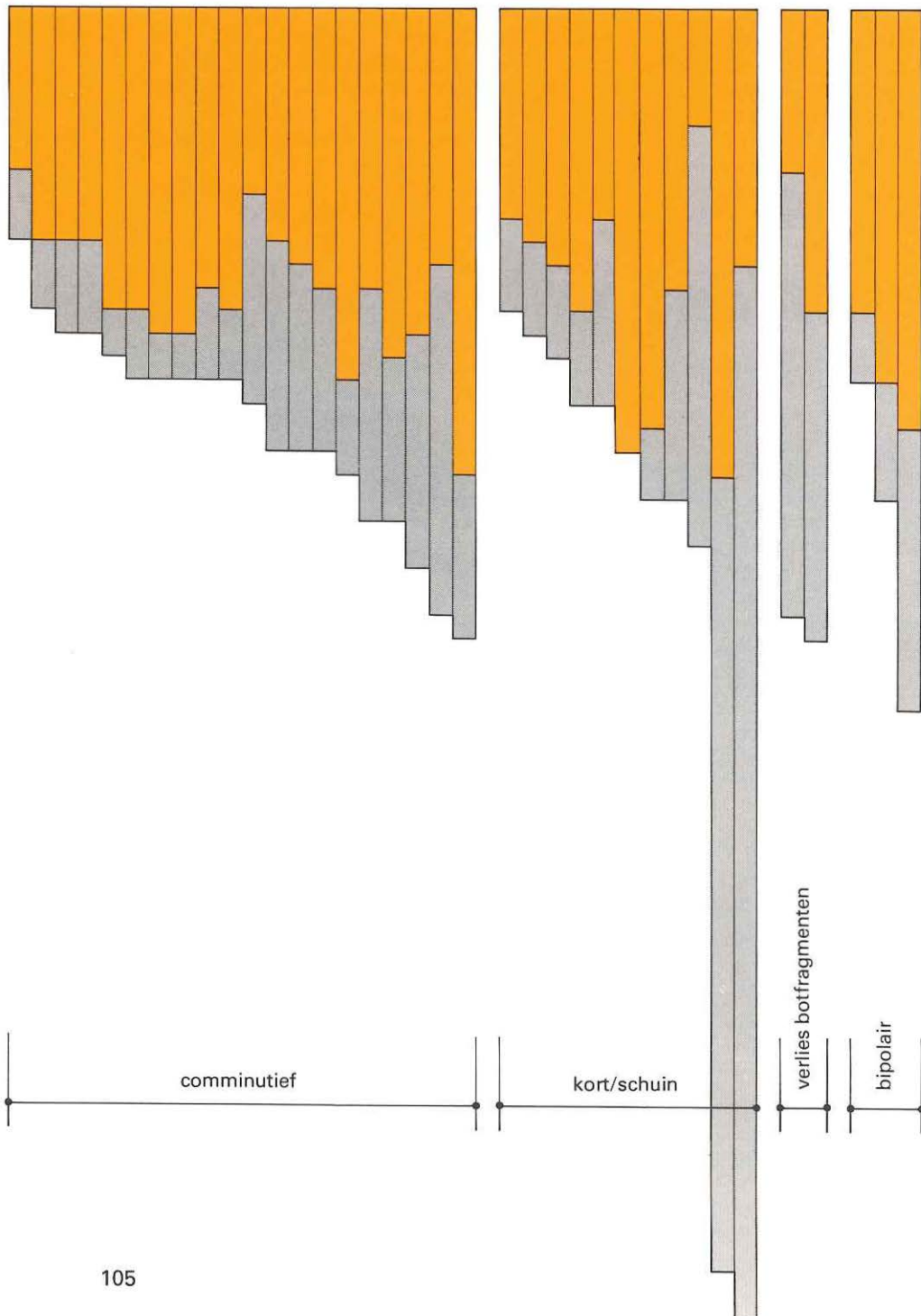
comminutief

kort/schuin

Open fractures, behandeld met fixateur externe



aantal 62



De gemiddelde consolidatieduur van alle fracturen uit de onderzoeksperiode, 163 in getal, bedroeg 16,7 weken.

Wat de gemiddelde consolidatieduur van een fractuurserie betekent, kan nader toegelicht worden aan de hand van het statistisch onderzoek.

Fracturen met prognostisch gunstige anatomische kenmerken consolideren snel en fracturen met prognostisch ongunstige kenmerken consolideren langzaam (hoofdstuk 6, blz. 72). Zelfs bij open fracturen zijn klassen te onderscheiden met een uiteenlopende consolidatieduur. De indelingen van fractuurseries zijn over het algemeen beperkt tot een indeling in open en gesloten fracturen. Open fracturen consolideren langzamer dan gesloten fracturen. Het is daarom begrijpelijk dat fractuurseries met weinig open fracturen een gunstige gemiddelde consolidatieduur zullen vertonen.

Zo bedroeg het percentage open fracturen bij Nicoll (1964) 22%. Nicoll behandelde de fracturen strikt conservatief en de gemiddelde consolidatieduur was 16 weken.

Sarmiento (1974) vermeldt 20% open fracturen, maar de fracturen met ernstige weke-delenletsels zijn niet in de serie opgenomen. De gemiddelde consolidatieduur van de serie van Sarmiento (conservatieve behandeling, 'functional bracing') van 14,5 weken geeft dan ook geen juist beeld, omdat de gegevens van de fracturen met de ongunstigste prognose niet in de gemiddelde consolidatieduur zijn verwerkt.

In ons onderzoek bedroeg de gemiddelde consolidatieduur 16,7 weken. Geen enkele fractuur werd uitgesloten. Bovendien bedroeg het percentage open fracturen 48%.

Tegen deze achtergrond beschouwd kan men stellen dat de gemiddelde consolidatieduur van de fracturen in dit onderzoek, die voor 70% behandeld werden met de fixateur externe, enigszins overeenkomt met de gemiddelde consolidatieduur van fractuurseries waarin een strikt conservatieve behandelingsmethode gevolgd werd.

Zinvoller is het om slechts de gemiddelde consolidatieduur van fractuurseries over open fracturen te vergelijken. In tabel 30 is de gemiddelde consolidatieduur van enkele fractuurseries betreffende open fracturen vermeld. Ook hier blijkt dat de gemiddelde consolidatieduur van de open fracturen uit ons onderzoek overeenkomst vertoont met de gemiddelde consolidatieduur van de fractuurserie (Böhler 1957) waarin de behandelingsmethode voornamelijk (90%) conservatief was.

In deze series zijn alle open fracturen betrokken, ook de fracturen waarbij een secundaire ingreep noodzakelijk was om consolidatie te bereiken. Aan de ene kant ziet men de gunstige invloed van de conservatieve behandeling op de gemiddelde consolidatieduur (Böhler 1957) en aan de andere kant de ongunstige invloed van interne fixatie, routinematig voornamelijk op de dag van het ongeval bij open fracturen toegepast (Smith 1974).

Tabel 30. Open fracturen naar behandelingsmethode en gemiddelde consolidatieduur.

		Aantal open fracturen	Methode	Gem. consolidatie in weken
Böhler	1957:	394	Conservatief, (interne fixatie)	19,6 weken
Van der Ghinst	1965:	67	Fix. externe	25 weken
Swaan	1970:	52	Fix. externe, conservatief, interne fixatie	27,6 weken
Smith	1974:	242	Interne fixatie	32 weken
Eigen onderzoek	1975:	79	Fix. externe, conservatief	19,1 weken

De verklaring die Smith daarvoor geeft, is tweevoudig. Er bestaat voldoende aanwijzing dat interne fixatie op de dag van het ongeval uitgevoerd, de consolidatie verlengt ten opzichte van interne osteosynthese, na enkele weken uitgevoerd (Charnley e.a. 1961, Smith 1964, Emery en Murakami 1967). De infectieuze complicaties (12% osteomyelitis bij Smith 1974) verlengen de gemiddelde consolidatieduur nog eens extra. Niet alleen het percentage open fracturen, maar ook de behandelingsmethode blijkt volgens diverse auteurs grote invloed op de gemiddelde consolidatieduur te hebben. Hierbij moet opgemerkt worden, dat uit de literatuur niet bekend is of de vertragende invloed die er van onmiddellijke interne fixatie uitgaat, ook geldt voor de onmiddellijke externe fixatie.

De gemiddelde consolidatieduur van de open fracturen, behandeld met de fixateur externe van Hoffmann, uit de fractuurserie van Van der Ghinst, bedraagt 25 weken, en dat is 6 weken meer dan de gemiddelde consolidatieduur van de open fracturen uit onze serie. De techniek door Van der Ghinst toegepast, verschilt van de onze. Van der Ghinst verwijdert niet systematisch omstreeks de tiende tot twaalfde week de fixateurs en hij laat belasten van de fractuur niet toe. Ook werd door hem compressie toegepast, een variatie in de techniek, die van betekenis kan zijn. Wellicht werd de consolidatie met nog grotere voorzichtigheid beoordeeld dan wij gedaan hebben. Auteurs die de fixateur externe slechts toegepast hebben voor de ernstigste open fracturen, komen tot gemiddelden die variëren van 17 tot 24 weken (Bobay, Cabanac 1958, Evrard 1959). Deze cijfers die betrekking hebben op open fracturen met de ongunstigste prognose, verschillen niet van het gemiddelde van 19,1 weken uit onze serie.

De lage gemiddelde consolidatieduur van de open fracturen — 19,1 weken — werd niet bereikt omdat de fracturen snel consolideerden, maar werd bereikt omdat consolidatie van de fracturen met grote regelmaat is opgetreden en omdat een infectieuze complicatie bij geen enkele fractuur de consolidatie heeft verhinderd.

De gemiddelde consolidatieduur zegt dus wel iets over de behandelingsmethode.

Is het verwijderen van de fixateur externe omstreeks de tiende tot twaalfde week nadelig voor de consolidatie?

Bij het toepassen van de fixateur externe van Hoffmann stond ons op de eerste plaats voor ogen het beperken van infectieuze complicaties. Het bereiken van volledige consolidatie met de fixateur externe kwam op de tweede plaats.

Een van de argumenten om de fixateur externe omstreeks de tiende tot twaalfde week te verwijderen, was de vrees voor infecties rond de botschroeven. Deze infecties zijn voorgekomen. Het tijdstip waarop deze infecties gemiddeld geconstateerd werden, bevindt zich in de buurt van de tiende week (hoofdstuk 5 afd. 5). Daar alle fixateurs systematisch verwijderd werden, kan achteraf geen uitsluitsel worden gegeven over een mogelijke toeneming van deze infecties bij nog langer in situ laten van de fixateurs. Het verwijderen van de fixateurs, om reden van infectie, vóór de termijn van tien tot twaalf weken verstreken was, heeft geen invloed gehad op de consolidatieduur van de betreffende fracturen. (zie tabel 5 en 6 hoofdstuk 5).

Het andere argument om de fixateurs na tien tot twaalf weken te verwijderen, was het veilig stellen van de consolidatie. Daarvoor werd het bovenbeens-loopgips angewend. Hoe was nu het verdere verloop van de consolidatie van de fracturen behandeld met de fixateur externe (aantal 111)?

Op het moment van verwijderen van de fixateurs waren 102 fracturen klinisch vast en 9 fracturen waren klinisch niet vast. Opgemerkt kan worden — de staafdiagrammen laten het zien — dat de fixateurs niet precies tussen de tiende en twaalfde week werden verwijderd. Er is een spreiding naar boven en vooral naar beneden. Klaarblijkelijk hebben we ons toch laten leiden door het beeld van de consolidatie op de röntgenfoto. Daar waar

het consolidatieproces zeer snel verliep, is de fixateur eerder verwijderd.

Van de 102 fracturen die omstreeks de tiende tot twaalfde week 'klinisch vast' waren, is het verdere verloop van de consolidatie vrijwel ongestoord verlopen. De overgang van fixateur externe op loopgips betekent ongetwijfeld voor de fractuur een verandering van mechanische condities. Door deze verandering van mechanische condities is bij twee fracturen een herstructurering van de reeds aanwezige callus opgetreden, zonder dat daar een duidelijke vertraging in de consolidatie het gevolg van was.

Uit de buigingsproeven van Jørgensen (1972) is gebleken dat wanneer de deflexie (gemeten in een vast vlak onder een bepaalde belasting) van de fractuur één graad bedraagt, de fractuur vrij snel toenemend in verschillende richtingen belast kan worden. De consolidatie gaat dan de laatste fase in, door Jørgensen de 'terminal healing phase' genoemd. De meeste onderbeenfracturen bereiken deze fase omstreeks de achtste tot twaalfde week (Jørgensen, 1972).

In plaats van toenemende belasting met de fixateur externe in situ en tenslotte losdraaien van de vleugelmoeren van het externe fixatiesysteem in de 'terminal healing phase' zoals bij Jørgensen, werd in ons onderzoek in de 'terminal healing phase' de fractuur beschermd met een loopgips.

Dit is voor fracturen die omstreeks de tiende tot twaalfde week klinisch vast zijn, een therapie gebleken, die geen consequenties heeft voor de consolidatie.

Ten aanzien van de 9 fracturen die bij het verwijderen van de fixateur externe klinisch niet vast waren, kan het volgende opgemerkt worden:

De gemiddelde duur van de fixatie met de fixateur externe bedroeg voor deze fracturen 12,2 weken en de gemiddelde consolidatieduur bedroeg 32 weken. Daaruit kan men concluderen, dat ongeacht de mate van consolidatie het behandelingsschema consequent gevolgd werd. Er werd geen poging ondernomen om door middel van een langere fixatieperiode met de fixateur externe consolidatie te bereiken. Van deze 9 fracturen zijn er 5 spontaan geconsolideerd in het bovenbeens-loopgips. Bij de overige 4 fracturen is na de dertigste week een secundaire ingreep verricht.

Wat er gebeurd zou zijn met deze fracturen wanneer de fixatie met de fixateur externe langer was volgehouden, eventueel met toevoeging van compressie, laat zich slechts raden. Daar proefondervindelijk gebleken is dat de meeste onderbeenfracturen klinisch vast zijn omstreeks de achtste tot twaalfde week, kan het verwijderen van de fixateur externe bij fracturen die omstreeks de genoemde periode inderdaad vast zijn, zeer wel verdedigd worden. Moeilijker blijkt te verdedigen het verwijderen van de fixateurs bij fracturen die omstreeks die periode niet vast zijn. Het zeer geringe aantal secundaire ingrepen om consolidatie te bewerkstelligen (5 op 163 fracturen) en de zeer aanvaardbare gemiddelde consolidatieduur van de fracturen vormen echter een bewijs dat het behandelingsschema in de praktijk goed voldoet.

Enkele fracturen zijn niet nabehandeld met een loopgips. Dit betreft twee patiënten met nevenletsels (homolaterale femurfractuur en een commotio cerebri), bij wie na 12 resp. 14 weken de fixateur verwijderd werd en belasten met twee elleboogsteunen werd toegestaan. De overige twee patiënten bleken een fobie voor het gipsverband te hebben, zodat we genoodzaakt waren ook bij deze patiënten belasten van de fractuur met elleboogsteunen toe te staan (deze patiënten verwijderden zelf het gipsverband). Het behandelingsschema heeft daar waar het naar onze mening noodzakelijk was, variaties ondergaan. De noodzakelijke aanpassing van het behandelingsschema aan de patiënt in uitzonderingssituaties getuigt van de mogelijkheden van de methode.

Bij de behandeling van de techniek is de repositie van de fractuur ter sprake gekomen.

In tabel no. 31 is de initiële dislocatie en de dislocatie na repositie van de fracturen, behandeld met de fixateur externe, in beeld gebracht. De dislocatie van de fractuur werd onderverdeeld in vier categorieën:

Dislocatiegraad 0: geen zijdelingse verplaatsing.

Dislocatiegraad 1: zijdelingse verplaatsing tot halve schachtbreedte.

Dislocatiegraad 2: zijdelingse verplaatsing van halve tot hele schachtbreedte.

Dislocatiegraad 3: volledige zijdelingse verplaatsing.

Links staat de initiële dislocatie, rechts staat de dislocatie na repositie.

Bij gesloten fracturen werd een gesloten repositie nagestreefd. Slechts bij één gesloten fractuur werd een open repositie verricht. De gesloten repositie werd vanzelfsprekend nagestreefd om infectieuze complicaties te voorkomen. Bij de behandeling van de techniek van de fixateur externe werd opgemerkt dat repositie van open fracturen vaak gemakkelijker is dan repositie van gesloten fracturen. Uit tabel 31 blijkt, dat met behulp van de fixateur externe het heel goed mogelijk is om ook bij gesloten fracturen een anatomische repositie of een repositie tot maximaal halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing te bereiken. Het bereikte repositieresultaat van de gesloten fracturen doet niet onder voor het resultaat bij de open fracturen.

Tabel 31. Dislocatie van fracturen, behandeld met fixateur externe vóór en ná repositie.

Dislocatie vóór repositie.					Dislocatie ná repositie.				
Dislocatiegraad	0	1	2	3	0	1	2	3	
	7				6	1			
		26			13	13			
			11		7	4			
				5	3	2			
Gesloten 49					29	20			
	2				2				
		10			5	5			
			19		9	10			
				31	22	8	1		
Open 62					38	23	1		

Anderen, Evrard (1959), Burny e.a. (1965), Decoulx (1965), maken een minimale incisie bij de gesloten fracturen om verzekerd te zijn van een anatomische stand.

Ten einde een eventuele invloed van de bereikte repositie op de consolidatie na te gaan, werd de gemiddelde consolidatieduur van de fracturen met een anatomische stand en de gemiddelde consolidatieduur van de fracturen met geringe dislocatie na repositie berekend.

Gemiddelde consolidatieduur van gesloten fracturen, behandeld met fixateur externe.

29 zonder dislocatie na repositie: 15,2 weken.

20 met dislocatie na repositie: 16 weken.

Gemiddelde consolidatieduur van open fracturen, behandeld met fixateur externe.

38 zonder dislocatie na repositie: 19,9 weken.

24 met dislocatie na repositie: 21,2 weken.

Er is een uiterst geringe invloed te bespeuren van het bereikte repositieresultaat op de gemiddelde consolidatieduur. Dat wil zeggen dat de consolidatie door het blijven bestaan van enige dislocatie (tot maximaal halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing), nauwelijks beïnvloed wordt. Hieruit kan men dus concluderen, dat (binnen de marge van een halve schachtbreedte zijdelingse verplaatsing) bij de gesloten fracturen een open repositie, om een anatomische stand te verkrijgen, overbodig is.

Conclusie:

De antero-mediale fixatie van verse onderbeenfracturen met de fixateur externe van Hoffmann — zonder compressie — op de beschreven wijze uitgevoerd en nabehandeld, verschaft de fractuur voldoende stabiliteit voor een ongestoorde consolidatie. De duur van deze consolidatie komt overeen met de consolidatieduur van fracturen die conservatief worden behandeld.

2. Wondgenezingsstoornissen en osteomyelitis.

Inleiding.

Voordat de resultaten van dit onderzoek betreffende de infectieuze complicaties besproken kunnen worden, zijn opmerkingen noodzakelijk die betrekking hebben op de evaluatie van die resultaten. Enkele ontwikkelingen uit de laatste decennia vragen de aandacht. Allereerst de invloed van de antibiotica (pennicilline) op de infectieuze complicaties bij open onderbeenfracturen en vervolgens de daling van het percentage primaire en secundaire amputaties bij open onderbeenfracturen.

Vóór de komst van antibiotica kwamen bij open onderbeenfracturen (Böhler 1957, Merle d'Aubigné 1962) frequenter dan nu zeer foudroyant verlopende wondinfecties voor. Trad hierbij sepsis op, dan werd een (vroeg) secundaire amputatie verricht. De vrees voor deze complicatie heeft lange tijd een invloed gehad op de amputatiefrequentie bij open onderbeenfracturen. Zo bedroeg bij Böhler (1957) tussen 1926 en 1950, de primaire en secundaire amputatiefrequentie bij open onderbeenfracturen 9,3%.

Na de komst van antibiotica daalde volgens Böhler dit percentage. Zij die de acute infecties met sepsis nog gekend hebben, onderkennen en waarderen de rol van de antibiotica in de preventie van dit klinische beeld (Böhler 1957, Freeman 1958, Merle d'Aubigné 1962, Trueta 1968). Vooralsnog is er geen reden om de antibiotica bij de behandeling van open fracturen ter preventie van sepsis achterwege te laten.

Is de daling van de amputatiefrequentie veroorzaakt door de antibiotica alléén?

Naar onze mening is dit niet het geval.

Ellis (1958) vermeldt in een onderzoek over de periode 1948 tot 1953 nog 6,5% primaire amputaties bij open onderbeenfracturen. Bij Nicoll (1964) bedroeg het percentage primaire amputaties bij open onderbeenfracturen zelfs 8,2%. De aetiologie van de open fracturen werd bij Nicoll voor een groot deel bepaald door mijnongevallen. Uit de onderzoeken van Swaan (1970), Bender (1970), Smith (1974) en ook uit ons onderzoek blijkt, dat de open onderbeenfracturen voor ongeveer 80% worden veroorzaakt door verkeersongevallen.

Ongevallen met twee-wielige motorvoertuigen staan daarbij op de voorgrond. Het percentage open fracturen dat door twee-wielige motorvoertuigen veroorzaakt werd, bedroeg bij Böhler (1957) 14% en dit percentage bedroeg in ons onderzoek 66%. Het

verschil is treffend. De vraag rijst: heeft een andere aetiologie ook niet een andere pathologie tot gevolg?

De aanblik van een ernstig open onderbeenfractuur na een verkeersongeval kan dramatisch zijn. Het is echter opvallend, dat de circulatie distaal van de fractuur daarbij zelden totaal verbroken is. De tibia beschermt op efficiënte wijze de vitale structuren wanneer het geweld in voor-achterwaartse richting inwerkt. Meer dan 95% van de wonden bij open fracturen waren in dit onderzoek aan de ventrale zijde van het been gelocaliseerd. Het percentage primaire amputaties bedroeg in dit onderzoek 0,62%. Afsnoeringen (staalkabels) en inklemmingen (mijnongevallen) zijn, gezien vanuit de overlevingskans van de extremiteit, gevaarlijker traumata dan verkeersongevallen. Wij zouden willen benadrukken dat tegelijk met de komst van de antibiotica het absolute en relatieve aandeel van verkeersongevallen in de aetiologie van de onderbeenfractuur zijn toegenomen, waardoor het mogelijk is dat de daling van de amputatiefrequentie in de huidige onderbeenfractuurseries onder andere verband houdt met deze toename van verkeersongevallen.

Urist (1954) wees erop, dat voor een reële beoordeling van de infectieuze complicaties in een fractuurserie niet alleen de percentages open en gesloten fracturen vermeld moeten worden, maar ook de percentages primaire en secundaire amputaties.

De indicatie voor een secundaire amputatie is immers vaak een infectieuze complicatie en het percentage primaire amputaties zegt iets over de inspanningen die men zich getroost heeft om de extremiteit te behouden (Hicks 1964).

Het percentage osteomyelitis bij open fracturen bedroeg in dit onderzoek 1,3% en het is duidelijk, dat wanneer een of twee amputaties meer verricht waren, de osteomyelitis geheel uit het onderzoek verdwenen zou kunnen zijn.

De na-onderzoeken die in de bespreking van de resultaten ter sprake komen, zijn vaak onvolledig wat betreft de gegevens over de primaire en secundaire amputaties.

Osteomyelitis kan ontstaan na primaire, diepe wondinfecties en na wondinfecties die ontstaan door huidnecrose en secundaire operatieve ingrepen. Dit onderscheid dat fundamenteel is, wordt in onderzoeken niet altijd gemaakt.

Bij fracturen die primair met interne fixatiemiddelen zijn gestabiliseerd, is dit onderscheid ook moeilijk. Hierbij worden 'low grade infections' beschreven, die na enkele weken of pas na maanden of jaren overgaan tot de vorming van een absces. Osteomyelitis na huidnecrose bij primaire, interne fixatie roept de vraag op of de necrose veroorzaakt werd door het ongevalstrauma, door het chirurgische trauma, of door de reeds aanwezige contaminatie van de wond, waardoor later infectie ontstond. Een onderscheid kan ook gemaakt worden tussen osteomyelitis en osteïtis. Dit onderscheid berust slechts op een verschil in uitgebreidheid en plaats van het ontstekingsproces. Een huiddefect met een zeer oppervlakkige aantasting van het onderliggende bot kan, wat de ernst van de aandoening betreft, niet vergeleken worden met een infectie waarbij grote sequesters en een geïnfecteerde pseudoarthrose ontstaan. De beschrijving gaat bij de meeste auteurs niet zo ver en over het algemeen worden alle ossale, infectieuze complicaties, onder het begrip osteomyelitis gerekend.

Het vergelijken van na-onderzoeken van verschillende auteurs met het doel een behandelingsmethode op haar waarde te toetsen, is als methode bij voorbaat tot mislukken gedoemd, omdat steeds weer blijkt dat te veel onbekende factoren in het spel zijn.

De bespreking van het eindresultaat heeft dan ook niet de bedoeling een absolute uitspraak te doen over de waarde van de behandelingsmethode van dit onderzoek. Wellicht kan de bespreking van de resultaten enkele aspecten van de behandeling van open onderbeenfracturen naar voren halen, die van belang zijn voor de beperking van infectieuze complicaties. Wij willen ons daarbij beperken tot de open fracturen.

Osteomyelitis bij gesloten fracturen kan weliswaar ontstaan na diepe huidnecrose, maar

het overgrote deel van infecties bij gesloten fracturen ontstaat na operatieve ingrepen in de fractuurzone van de tibia.

Bij externe fixatie van gesloten onderbeenfracturen, waarbij de fracturen gesloten gereponeerd worden, blijkt osteomyelitis in dit onderzoek niet voor te komen.

Hieronder volgt een samenvatting van de resultaten van het onderzoek.

Doel van het onderzoek	: trachten infectieuze complicaties te voorkomen.	
Middel daartoe was	: een van te voren vastgesteld behandelingsschema volgen. .Als fixatiemiddel van de fractuur werd de fixateur externe van Hoffmann toegepast.	
Amputaties	: 1 (gesloten fractuur).	
Aantal open fracturen	: 79.	
	primaire diepe wondinfecties	2,6%
	diepe huidnecrose	16,4%
	osteomyelitis	1,3%
	behandeld met fixateur externe	78,4%
Aantal gesloten fracturen	: 84.	
	diepe huidnecrose	2,3%
	osteomyelitis	0 %
	behandeld met fixateur externe	58,3%

Osteomyelitis bij open fracturen na primaire, diepe wondinfecties.

Het percentage primaire, diepe wondinfecties bij open fracturen in dit onderzoek bedroeg 2,6% (2 patiënten). Eén patiënt kreeg een osteomyelitis na een diepe wondinfectie (1,3%). Een bepaald percentage diepe wondinfecties lijkt onvermijdelijk, de aanwezigheid van een wond brengt dit risico met zich. De percentages in de literatuur, betreffende de primaire wondinfecties, lopen zeer sterk uiteen.

Nicoll (1964) zag bij conservatieve behandeling 15% diepe wondinfecties en meer dan de helft van dit percentage ontwikkelde een osteomyelitis (9%). De aetiologie van de fracturen werd bij Nicoll, zoals reeds vermeld, voor een groot deel bepaald door mijnongevallen.

Smith (1974) beschrijft bij open fracturen, die op de dag van het ongeval behandeld werden met interne fixatie middelen (Küntschers-pen of platen en schroeven), 20% diepe wondinfecties die eveneens voor meer dan de helft aanleiding waren tot het ontstaan van osteomyelitis (12%).

Böhler (1962) vermeldt 7% primaire diepe wondinfecties bij open onderbeenfracturen die primair conservatief werden behandeld (osteomyelitis percentage onbekend).

Per Ewards (1965) verrichtte een prospectief onderzoek met het oogmerk infectieuze complicaties bij open onderbeenfracturen te voorkomen. Van 47 open fracturen werden er 37 primair operatief behandeld. Als fixatiemiddel werd de Rush-pen gebruikt, welke zo mogelijk buiten de wond om werd ingebracht. Een gipsverband is na deze 'osteosynthese' noodzakelijk. Het percentage primaire, diepe wondinfecties bedroeg bij Per Ewards 0%.

Merle d'Aubigné (1962) kon eveneens het percentage primaire, diepe wondinfecties bij

open onderbeenfracturen tot 0% beperken. Ook hij paste interne osteosynthese (36%) bij open fracturen toe (voor de ene helft metaal en voor de andere helft botspanen). Het onderzoek van Per Edwards komt bij de secundaire, infectieuze complicaties nog ter sprake. Merle d'Aubigné gaat uitvoerig in op de maatregelen die noodzakelijk zijn, om primaire diepe wondinfecties te beperken:

Wondtoilet	: Binnen enkele uren te verrichten. Na wondtoilet primair sluiten van de wond (spanning op de naad vermijden).
Fractuurstabilisatie	: Door middel van: draadextensie met achterspalk, alleen een achterspalk, primaire osteosynthese (metaal en botspanen).
Circulatie bevorderen	: Decompressie van de extremiteit door middel van een contra-incisie en hoog leggen van de extremiteit.
Contaminatie vermijden	: Contaminatie van de wonden met pathogene ziekenhuisbacteriën wordt als een bron van complicaties gezien. Primair sluiten is een absolute voorwaarde om dit te voorkomen.
Antibiotica	: Onmiddellijk bij opname toe te dienen.

Deze maatregelen komen in grote lijnen overeen met de maatregelen zoals die in dit onderzoek voor de preventie van infectieuze complicaties beschreven zijn.

Merle d'Aubigné benadrukt het belang van het wondtoilet en het primair sluiten. Als belangrijkste factor wordt echter door hem gezien de rigoreuze fractuurimmobilisatie. De noodzaak van primair sluiten van wonden bij open fracturen om wondinfecties te voorkomen en secundaire contaminatie met pathogene ziekenhuiskiem te vermijden, werd door Essex Lopresti in 1950 naar voren gebracht. Ons onderzoek geeft geen aanwijzing, dat deze zienswijze herzien zou moeten worden. Hierbij zij opgemerkt, dat wij steeds in de gelegenheid waren de wonden binnen enkele uren na het ongeval te behandelen.

De werking van de bovengenoemde factoren afzonderlijk voor de preventie van infectieuze complicaties is onmogelijk te bepalen. Merle d'Aubigné paste bij de primaire behandeling van open onderbeenfracturen als fixatiemiddel van de fractuur zowel botspanen als metaal toe. Per Edwards (1965) maakte gebruik van de Rush-pen bij de primaire behandeling. Decoulx (1965), Van der Ghinst (1965) en Brunet (1971), auteurs die allen een zeer laag percentage osteomyelitis vermelden (zie literatuuroverzicht, pag. 15), pasten bij de primaire behandeling bij open fracturen de fixateur externe van Hoffmann of de fixateur externe van Judet toe. Over het algemeen blijkt bij primaire behandeling met de fixateur externe het percentage osteomyelitis gering te zijn. De onderzoeken van Merle d'Aubigné (1962) en van Per Edwards (1965) tonen echter aan, dat voor de preventie van primaire, diepe wondinfecties de fixateur externe niet absoluut noodzakelijk is.

Conclusie

Meer dan één wijze van fractuurimmobilisatie voldoet voor de preventie van primaire, diepe wondinfecties bij open onderbeenfracturen.

Dat neemt niet weg, dat de fixateur externe in dit opzicht uitstekend voldoet.

Osteomyelitis bij open fracturen na secundaire, infectieuze complicaties.

De secundaire, infectieuze complicaties kunnen als volgt worden ingedeeld:

1. Infectieuze complicaties door huidnecrose.

a. Op het moment van het ongeval ontstaan door de directe geweldsinwerking, irreversibele veranderingen in de huid, waardoor onherroepelijk necrose optreedt. De necrose kan

aangrenzend aan de wond optreden of op een plaats waar geen wond aanwezig is. Het verloop van de wond kan van dien aard zijn, dat een bepaald huidgedeelte onvoldoende van bloed wordt voorzien, waardoor eveneens necrose onvermijdelijk is.

b. Een aantal andere factoren kan eveneens necrose veroorzaken, waarvan onderstaande de voornaamste zijn.

Een voorafbestaande huidlaesie versterkt het effect van deze factoren:

- drukkende verbanden, waaronder het gipsverband.
- incisies.
- haematomen waardoor ondermijningen over grote afstand ontstaan.
- spanning op de wondnaad (secundair door infectie).

2. Infectieuze complicaties door secundaire, operatieve ingrepen.

ad 1. Alleen wanneer de volledige dikte (epidermis en dermis) van de huid in de fractuurzone verloren gaat wordt gesproken van diepe huidnecrose. In deze nabeschuiving wordt de oppervlakkige necrose verder buiten beschouwing gelaten.

De poort voor osteomyelitis staat wijd open bij de open onderbeenfractuur. Dit blijkt uit de percentages wondgenezingsstoornissen bij open fracturen, welke door de volgende auteurs worden vermeld:

Böhler (1957) percentage wondgenezingsstoornissen	20%
Swaan (1970)	25%
Bender (1970)	25%
Per Edwards (1965)	17%
Eigen onderzoek (1975)	19%

Voor zover deze stoornissen niet bestaan uit primaire, diepe wondinfecties, bestaan zij uit diepe huidnecrosen.

De problematiek van de huid bij open onderbeenfracturen, in het bijzonder de techniek om huiddefecten te sluiten, is met grote nadruk onder de aandacht gebracht door Desenfans (1953), Brichard (1962), Per Edwards (1965) en Van der Ghinst (1972).

Huidnecrose treedt vooral op bij open fracturen met een grote wond. In dit onderzoek bevinden zich 37 patiënten met een wond groter dan 5 centimeter en hierbij werd in 10 gevallen (27%) diepe huidnecrose geconstateerd. Bij patiënten met een kleine wond, aantal 42, werd slechts in 5 gevallen diepe huidnecrose geconstateerd (12%).

In het statistisch onderzoek werd aangetoond, dat een grote wond samengaat met een zwaar trauma. Het is dus aannemelijk, dat het ontstaan van huidnecrosen voor een gedeelte bepaald wordt op het moment van het ongeval. Ook Per Edwards (1965) en Böhler (1957) zagen meer huidnecrosen bij fracturen met grote wonden.

Volgens Bauer (1962) en Per Edwards (1965) en ook volgens Böhler (1957) komt diepe huidnecrose meer voor bij patiënten boven 50 jaar. In ons onderzoek was dit niet het geval. De gemiddelde leeftijd van de patiënten met diepe huidnecrosen was 27,8 jaar, terwijl de gemiddelde leeftijd van de patiënten met een open fractuur die primair met een fixateur externe werden behandeld (de ernstigste open fracturen), 26,4 jaar was. Het ontbreken in dit onderzoeksmateriaal van oudere patiënten met ernstig open fracturen veroorzaakt mede deze bevinding. De jeugdige leeftijd beschermt niet tegen het ontstaan van diepe huidnecrosen bij open onderbeenfracturen, waaruit eveneens blijkt dat het direct inwerkende geweld op het moment van het ongeval irreversibele veranderingen in de huid teweeg brengt, waardoor onherroepelijk diepe huidnecrose optreedt.

Huidnecrose is oorzaak van het ontstaan van osteomyelitis. Böhler (1957) vermeldt bij open onderbeenfracturen 10% osteomyelitis na diepe huidnecrose. Bender (1970) vermeldt 12% osteomyelitis bij onderbeenfracturen (open en gesloten tezamen) en ook hij wijst diepe huidnecrose aan als de voornaamste aanleiding voor het ontstaan van osteomyelitis.

Merle d'Aubigné (1962) noemt in zijn fractuurserie waarin geen primaire diepe wondinfecties optraden: 4,25% osteomyelitis na diepe huidnecrosen.

Per Edwards (1965) vermeldt in zijn prospectief onderzoek 17% diepe huidnecrose en slechts een klein gedeelte hiervan ontwikkelde een osteomyelitis (2%). Decoulx (1965) zag bij 82 ernstige, open onderbeenfracturen, primair behandeld met de fixateur externe van Hoffmann, 20% diepe huidnecrose. Een echte osteomyelitis ontstond hieruit niet, wel vertoonden drie patiënten een kortdurende oppervlakkige osteïtis (na consolidatie bleef geen fistel bestaan).

In ons onderzoek werd bij open fracturen in 16,4% diepe huidnecrose geconstateerd en hieruit ontstond geen osteomyelitis.

Wanneer een primaire, diepe wondinfectie aanwezig is, is de kans op osteomyelitis onherroepelijk zeer groot. De behandeling kan echter invloed uitoefenen op het ontstaan van primaire, diepe wondinfecties. Bij de diepe huidnecrose is de situatie omgekeerd. Huidnecrose treedt bij open onderbeenfracturen onherroepelijk in een hoog percentage op. Hier kan de behandeling het ontstaan van ernstiger infectieuze complicaties - osteomyelitis - in aanzienlijke mate beïnvloeden.

Per Edwards (1965), Harrison (1968) en ook Van der Ghinst (1972) zijn van mening, dat de huiddefecten die door diepe necrose ontstaan, zo snel mogelijk chirurgisch gesloten moeten worden. Hiervoor komen zowel vrije als gesteelde transplantaten in aanmerking. Deze auteurs stellen voor om bij kleine defecten boven de tibia, het corticale bot te frezen tot een bloedende onderlaag bereikt wordt, om vervolgens het defect te bedekken met een vrij transplantaat. Grote defecten worden door hen met een gesteelde transplantaat gesloten.

Welke techniek gekozen kan worden, hangt mede af van de plaats van de necrose en de uitgebreidheid van de necrose en het aspect van de wondbodem. Deze actieve houding ten opzichte van de huidnecrose is ook de onze bij de zeer ernstig open fracturen (Magis 1974).

Bij de patiënten uit dit onderzoek kon meestal met een vrij transplantaat worden volstaan, slechts in twee gevallen hebben we onze toevlucht moeten nemen tot een gesteelde transplantaat (transpositie-lap en musculocutane plastiek). In de serie van Decoulx (1965) werd bij 82 open fracturen eveneens slechts twee maal een gesteelde transplantaat toegepast, de overige defecten werden gesloten met een vrij transplantaat. De actieve houding ten opzichte van diepe huidnecrose betekent niet, dat men vaak ingewikkelde technieken moet toepassen om huiddefecten te sluiten, die door necrose zijn ontstaan.

Bij de fracturen die primair met de fixateur externe waren behandeld, bestond de huidnecrose slechts uit wondrandnecrose met een klein oppervlak (kleiner dan 15 cm²). Deze huidnecrose werd na demarcatie geëxcideerd en steeds bleken granulaties in de wondrand of wondbodem aanwezig. Dit teken van genezing was de indicatie om sanatio per granulationem af te wachten. Was de tibia in de wondbodem zichtbaar dan werd het botweefsel voor uitdroging behoed door een vette zalf (2% pellidol in vaseline album). De noodzaak om de kleinere defecten ook chirurgisch te sluiten, is in dit onderzoek niet gebleken.

Gezien het geringe oppervlak van de diepe huidnecrose bij fracturen die primair met de fixateur externe waren behandeld, hebben wij de indruk dat de primaire fixatie van open onderbeenfracturen met de fixateur externe het ontstaan van huidnecrose in diepte en uitgebreidheid kan beperken (zie illustraties blz. 118 t/m 123).

In twee gevallen werd bij primaire, conservatieve behandeling uitgebreide necrose door druk van het gipsverband geconstateerd. De behandeling werd in deze gevallen gewijzigd in een behandeling met de fixateur externe. Niet alleen zijn met de fixateur externe de fractuurfragmenten beter gefixeerd dan bij conservatieve behandeling, de fixateur externe maakt bovendien de behandeling en controle van de weke-delenletsels

veel gemakkelijker dan bij conservatieve therapie. De auteurs die een laag percentage osteomyelitis bij open onderbeenfracturen vermelden, zijn van mening dat, indien huidnecrose aanwezig is, fractuurfixatie een eerste vereiste is om diepere infecties te voorkomen (Merle d'Aubigné 1962, Per Edwards 1965, Decoulx 1965, Van der Ghinst 1972, Brunet 1971).

Bij fracturen die primair met de fixateur externe worden behandeld, is steeds aan deze voorwaarde voldaan. Treedt huidnecrose op bij fracturen die primair conservatief worden behandeld, dan kan men overwegen de behandeling met de fixateur externe voort te zetten.

Conclusie:

Huidnecrose bij open onderbeenfracturen was bij onze patiënten geen aanleiding tot het ontstaan van osteomyelitis. Op het punt van preventie van osteomyelitis na diepe huidnecrose blijkt primaire fixatie met de fixateur externe een uitstekende methode te zijn. De mogelijkheid bestaat, dat primaire fixatie van de onderbeenfractuur met de fixateur externe het ontstaan van diepe huidnecrose beperkt.

ad. b. Infectieuze complicaties na secundaire operatieve ingrepen.

Het aantal secundaire ingrepen in ons onderzoek bedroeg 6. Hierdoor ontstonden geen infectieuze complicaties (hoofdstuk 5, afd. 4). Secundaire ingrepen in de fractuurzone van de tibia zijn niet zonder gevaar voor infectie. Zeker indien deze ingrepen gedaan worden bij fracturen met een vertraagde consolidatie. Een hoog percentage secundaire ingrepen beïnvloedt het infectiepercentage van de hele fractuurserie in belangrijke mate. Het totale percentage osteomyelitis bij Merle d'Aubigné (1962) bedroeg 8,5%. Daarvan was de helft veroorzaakt door secundaire ingrepen. Hololtcheff (1974) zag bij 82 secundaire, operatieve ingrepen bij, gesloten en open, tibia en femurfracturen: 11% osteomyelitis. Van de fracturen die uitsluitend conservatief werden behandeld, bedroeg het percentage osteomyelitis 4% (7 van de 167).

Bij de interne fractuurfixatie worden de operaties gedeeltelijk primair en gedeeltelijk secundair verricht. De meeste auteurs vermelden niet welk deel van de infecties bij de primaire en welk deel bij de secundaire ingrepen is opgetreden. Bovendien is het vaststellen van de oorzaak van de primaire wondinfecties en van de diepe huidnecrose bij interne fractuurfixatie zeer moeilijk.

Vaak heeft ook selectie van patiënten plaatsgevonden en is een deel van de patiënten buiten beschouwing gelaten.

Illustratief voor deze situatie is de publicatie van Merle d'Aubigné (1974). Tussen 1960 en 1972 werden 292 open fracturen behandeld. Hiervan werden er primair en secundair 256 met een intramedullaire pen behandeld (zonder opboren van het mergkanaal) en het percentage osteomyelitis in deze groep bedroeg 6,5%. Van de overige 36 open fracturen werden er 24 conservatief behandeld en in deze groep bedroeg het percentage osteomyelitis 8,3%. De overige 12 open fracturen werden met andere operatieve methoden behandeld en daarbij bedroeg het percentage osteomyelitis 20%.

Het is duidelijk dat de groep open fracturen die uitgesloten werd van de methode met de intramedullaire pen, ten aanzien van de kans op infectieuze complicaties de meest belangrijke groep moet zijn geweest. Voor de bestudering van het percentage osteomyelitis zijn dus ononderbroken fractuurseries noodzakelijk (dat geldt ook voor andere aspecten van de behandeling). Het percentage osteomyelitis in de volgende fractuurseries waarin een interne fixatie heeft plaatsgevonden, hetzij primair hetzij secundair, moet dan ook gezien worden als het percentage osteomyelitis bij een aantal open onderbeenfracturen, dat optreedt bij één bepaalde behandelingsmethode en niet als het percentage osteomyelitis van een ononderbroken fractuurserie: Wehner (1968) - 6%, Allgöwer (1971) - 7,6%, Karlström en Olerud (1974) - 6,8%, Lottes (1974) - 7,1%.

Karlström en Olerud (1974) komen in een beschouwing over de onderbeenfractuur-behandeling tot de conclusie, dat de interne fixatie van open onderbeenfracturen gepaard gaat met een vrij constant percentage osteomyelitis. Dit percentage werd door hen bepaald op 5 tot 10%. Aan het einde van hun beschouwing komen deze auteurs tot de conclusie dat externe fixatie van open onderbeenfracturen waarschijnlijk gepaard zal gaan met het geringste percentage osteomyelitis. Deze conclusie was mede gebaseerd op recente ervaringen die zij met de fixateur externe van Hoffmann hadden opgedaan. In het literatuuroverzicht vermeldden wij reeds, dat het percentage osteomyelitis bij open onderbeenfracturen bij primaire behandeling met de fixateur externe bepaald kan worden op 1 tot 4%. Ons onderzoek kan de gegevens uit de literatuur bevestigen.

Conclusie

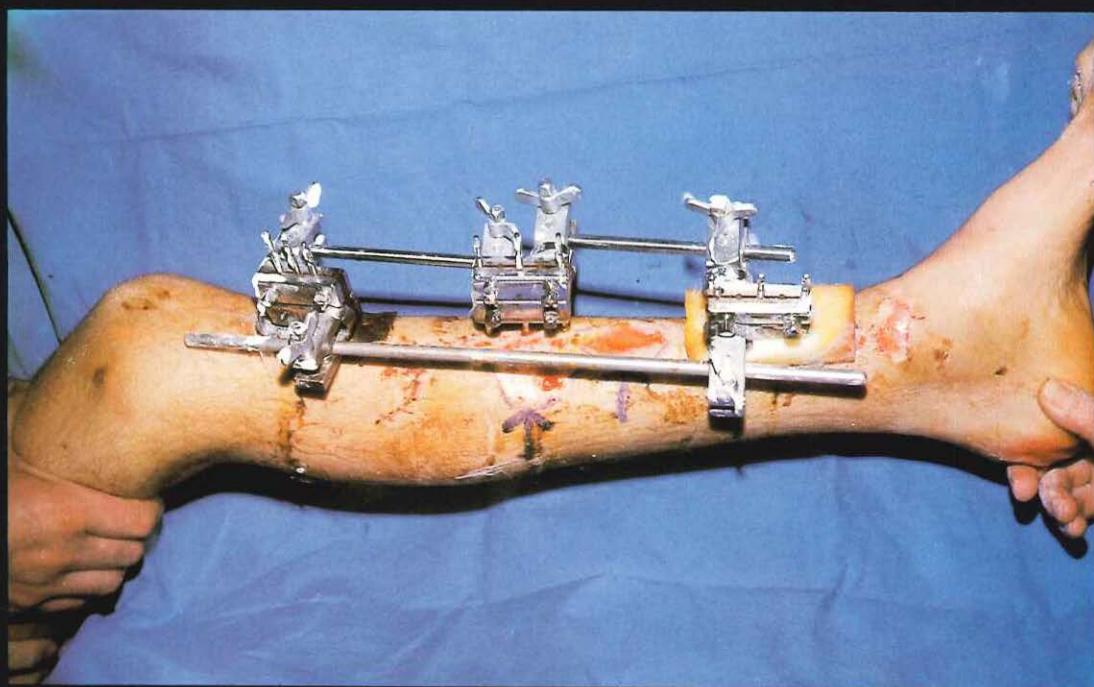
Operatieve behandeling van open onderbeenfracturen waarbij ingrepen in de fractuurzone van de tibia verricht worden, gaat gepaard met een bepaald percentage osteomyelitis (5 tot 10%).

Routine behandeling van open fracturen met de fixateur externe van Hoffmann maakte in dit onderzoek slechts bij 6,2% open fracturen een secundaire ingreep in de fractuurzone van de tibia noodzakelijk, waardoor het risico van infectieuze complicaties verder beperkt werd.

Patiënt K. 26 jaar. Auto-ongeval (bestuurder) 1974.

Open linker-onderbeenfractuur (grote wond).

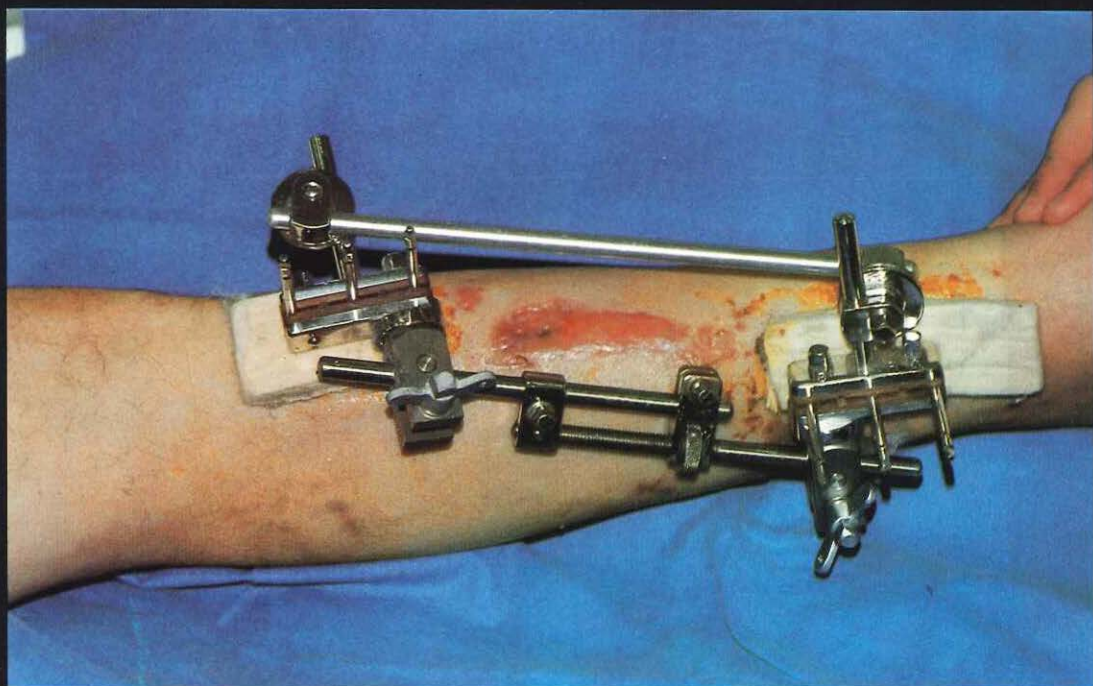
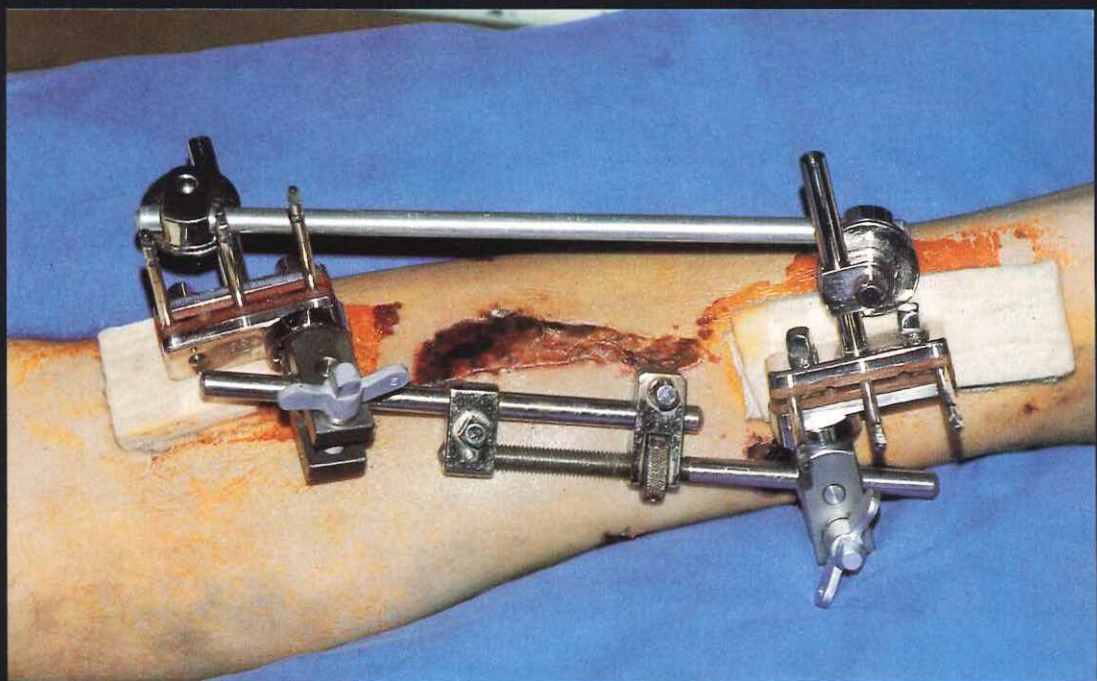
Fractuurtype	: Fractuur op twee niveaus. Proximaal, comminutieve fractuur. Distaal, dwarse fractuur.
Dislocatie	: Proximaal, volledige zijdelingse verplaatsing. Distaal, cortex-dikte zijdelingse verplaatsing.
Behandeling	: Binnen 6 uur wondtoilet en fractuurfixatie.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 12 weken.
Duur van de nabehandeling met bovenbeensgips	: 12 weken.
Consolidatieduur	: 24 weken.
Epicrise	: Hier werd een variatie op de gebruikelijke anteromediale techniek toegepast. Het tibiafragment tussen proximale en distale fractuur werd afzonderlijk in de constructie opgenomen. Om de stabiliteit van de constructie te verhogen, werd tijdelijk een gipsverband toegevoegd (geen oefenstabiliteit dus). Geheel buiten verwachting ontstond een diepe huid-necrose juist boven de distale fractuur. Het oppervlak van deze necrose was meer dan 10 cm ² . Na demarcatie werd de necrose geëxcideerd en de wondbodem werd gevormd door intact periost met daarop granulatie-weefsel. Sanatio per granulationem werd afgewacht. Door de geringe dislocatie was het periost intact gebleven, waardoor een osteomyelitis bijna onmogelijk wordt. Proximaal van de manifeste necrose bevond zich een nog groter huidgedeelte met een dreigende necrose (op de foto aangegeven met een blauwe pijl). Dat een dreigende necrose aanwezig was, bleek ook later uit het blijvend veranderde aspect van de huid ter plaatse (wit en glanzend). Een dreigende necrose laat irreversibele sporen achter. De wondgenezing en de consolidatie van beide fracturen verliepen ongestoord.



Patiënt van B. 54 jaar. Bromfietsongeval. 1974.

Open fractuur (kleine wond).

Fractuurtype	: Kort/schuin.
Dislocatie	: Halve tot hele schachtbreedte zijdelingse verplaatsing.
Behandeling	: Wondtoilet en fractuurfixatie binnen 6 uur.
Duur van de fixatie met fixateur externe	: 11 weken.
Duur van de nabehandeling met loopgips	: 8 weken.
Consolidatieduur	: 19 weken.
Epicrise	: Bij deze patiënt ontwikkelde zich op twee plaatsen, niet in de onmiddellijke nabijheid van de wond, huidnecrose (foto 1). De necrose betreft een praetibiale, diepe necrose over een oppervlak van slechts 2 cm ² . De rest is een oppervlakkige necrose. Na enkele weken kon deze necrose als een dor blad van de onderlaag gelicht worden (foto 2). Een incisie in het fractuurgebied bij opname had aanleiding kunnen zijn tot het ontstaan van een uitgebreide, diepe necrose, waardoor het risico van een osteomyelitis verhoogd geweest zou zijn. De fixatie die hier werd toegepast, is een variatie op de gebruikelijke anteromediale fixatie. Om de stabiliteit te verhogen is aan beide zijden van de schroefgroepen een verbindingsstuk gemonteerd.

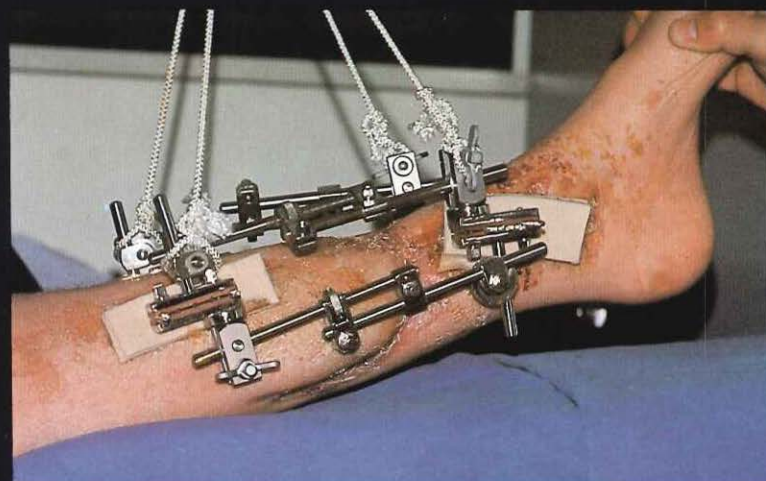


Patiënt V. 16 jaar. Bromfietsongeval. 1974.

Zeer ernstige open onder- en open bovenbeenfractuur, links (foto 1).

- Fractuurtype : Comminutief, met verlies van enkele tibiafragmenten.
- Dislocatie : Volledige zijdelingse verplaatsing.
- Behandeling : Wondtoilet en fractuurfixatie (onderbeen fixateur externe, bovenbeen Küntscher-pen) binnen 6 uur na het ongeval. Na tien dagen revisie van de wonden. Diepe huidnecrose, vooral aan de mediale zijde ter hoogte van de fractuur, maakte transpositie van huid noodzakelijk (foto 2 en 3).
Na 16 weken werd een botplastiek verricht. Via een laterale toegang werd na decorticatie van de laterale zijde van de tibia crista-bot tussen tibia en fibula achter tegen de membrana interossea gelegd.
Na deze botplastiek werd de fractuur gefixeerd volgens Vidal-Adrey, 'fixation en cadre'. Bij deze transfixatie van de extremiteit kan compressie worden toegepast (foto 4).
- Nabehandeling : Fixatie met fixateur externe 27 weken. Loopgips 13 weken. Consolidatieduur 40 weken.
- Epicrise : Bij de zeer ernstige open fracturen, waarbij problemen met huidgenezing en fractuurgenezing eerder regel dan uitzondering zijn, biedt de fixateur externe de mogelijkheid om in elke fase van de behandeling een adequate oplossing te vinden voor beide problemen.





Hoofdstuk 9. Samenvatting en conclusies.

Door toepassing van een complex geheel van maatregelen hebben wij getracht infectieuze complicaties bij onderbeenfracturen te voorkomen. Het daarmee verband houdende, prospectieve onderzoek strekte zich uit over een periode van 4 jaren, in welke periode alle fracturen binnen een bepaald schema werden behandeld.

De literatuur gaf voldoende aanwijzing voor de veronderstelling dat de fixateur externe van Hoffmann een goed middel zou zijn, om het gestelde doel te realiseren.

Voor fixatie van niet-stabiele fracturen maakten we gebruik van de fixateur externe, alsook voor die met ernstige weke-delenletsels, ongeacht de stabiliteit; stabiele fracturen daarentegen ondergingen een conservatieve behandeling.

De daarbij aangewende techniek is de anteromediale, externe fractuurfixatie, zonder gebruik van compressie. Lambotte paste deze techniek reeds toe in 1902.

Deze externe fractuurfixatie maakt het mogelijk, dat

1e bij opname van de patiënt een definitieve behandeling kan plaatsvinden van zowel de weke-delenletsels als van de fractuur;

2e het wondgebied vrij blijft van ieder vreemd lichaam.

We beschreven uitvoerig het behandelingsschema en de techniek van de fractuurfixatie met de fixateur externe van Hoffmann.

Het aantal behandelde patiënten bedroeg 163.

Open fracturen: 79 (= 48%); gesloten fracturen: 84 (= 52%). De gemiddelde leeftijd van de patiënten bedroeg: 29,3 jaar.

66% van de open fracturen vond zijn oorzaak in ongevallen met tweewielige motorvoertuigen (voornamelijk bromfietsen).

Vervolgens besteedden we ruim aandacht aan de verkregen gegevens betreffende behandeling en zich daarbij mogelijk voordoende complicaties, waarbij met name werd nagegaan de invloed van infecties langs de borschroeven op de behandeling.

Het statistisch gedeelte van het onderzoek betrof de relatie tussen de anatomische kenmerken van de fracturen (dislocatie, fractuurtype en de aanwezigheid van een wond) en de kans op infectieuze complicaties.

Tevens werd de relatie tussen de anatomische kenmerken en de consolidatieduur, alsmede die tussen anatomische kenmerken en de kans op het blijven bestaan van klachten na beëindiging der behandeling, geanalyseerd.

Daar geen objectieve criteria voor de bepaling van het eindresultaat van behandeling van onderbeenfracturen voorhanden zijn, heeft ons eindresultaat, als vergelijkingsmateriaal met andere onderzoeken, slechts een relatieve waarde.

Het resultaat van de behandeling kreeg bij 86,5% der patiënten de klassificatie 'goed', bij 9,2% 'matig', bij 4,3% 'slecht'.

Tenslotte gaven we een nabeschuiving over:

— de stabiliteit en de consolidatie van de fracturen, behandeld met de fixateur externe van Hoffmann,

— de gunstige invloed van de fixateur externe op de wondgenezing

— de gunstige invloed daardoor op het voorkómen van osteomyelitis.

Naar onze mening laten de resultaten de volgende conclusies toe:

Conclusies.

1. Ten aanzien van infectieuze complicaties:

Het lage percentage osteomyelitis van 1,3% bij open fracturen en 0% bij gesloten fracturen in een ononderbroken fractuurserie van 163 onderbeenfracturen, werd bereikt door het toepassen van een complex geheel van maatregelen. Een van deze maatregelen was het primair fixeren van niet-stabiele fracturen met de fixateur externe van Hoffmann, een methode waarbij ieder corpus alienum in het wondgebied vermeden kan worden.

- a. Het percentage primaire, diepe wondinfecties bij open fracturen bedroeg 2,6%. Uit de literatuur is gebleken dat meer dan één wijze van fractuurfixatie voldoet bij de preventie van wondinfecties. De fixateur externe is een van deze methoden.
- b. Diepe huidnecrose is een zeer frequente complicatie bij onderbeenfracturen die door directe geweldsinwerking zijn ontstaan.
Bij onze patiënten is uit diepe huidnecrose geen osteomyelitis voortgekomen. Ten aanzien van de preventie van osteomyelitis na diepe huidnecrose moet de primaire behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe een zeer goede methode worden geacht.
- c. Routine-matige behandeling van niet-stabiele fracturen met de fixateur externe noodzaakte niet tot het verrichten van een hoog percentage secundaire ingrepen in de fractuurzone van de tibia. Hierdoor werd het risico van infectieuze complicaties verder beperkt.
- d. Infecties rond de borschroeven hebben bij geen enkele patiënt een ongunstige invloed gehad op het resultaat van de behandeling. Het eenstemmig oordeel in de literatuur dat deze complicatie mild van aard is, kan door ons onderschreven worden.

2. Ten aanzien van de consolidatie:

Externe, anteromediale fixatie van onderbeenfracturen, waarbij in meer dan 95% der gevallen oefenstabiliteit werd bereikt, verschaftte voldoende stabiliteit voor een ongestoorde consolidatie. De gemiddelde consolidatieduur van onze fractuurserie vertoont overeenkomst met de gemiddelde consolidatieduur van fractuurseries waarin voornamelijk een conservatieve behandeling werd toegepast.

3. Ten aanzien van het eindresultaat:

Het hoge percentage goede resultaten is te danken aan eliminering van infectieuze complicaties.

Summary and Conclusions.

By taking a complex system of measures we have tried to prevent infectious complications in fractures of the shaft of the tibia.

The investigation carried out in connection with this, has extended over a four-year period, in the course of which all fractures have been treated according to a certain scheme.

Literature provided sufficient indication that Hoffmann's 'Fixateur Externe' would presumably be a satisfactory means towards the end we had in view.

We have used the Fixateur Externe for the fixation of unstable fractures as well as of those involving serious injuries to soft parts. Stable fractures, on the other hand, have been given conservative treatment.

The technique employed has been the antero-medial, external fracture fixation, without the use of compression.

Lambotte was using this technique as early as 1902.

External fixation of fractures enables us

1. to give definitive treatment of injuries to soft parts as well as of the fracture, on a patient's admission.

2. to avoid the insertion of foreign bodies into the wound.

We have given a detailed description of both our plan of treatment and of the technique applied in a surgical fracture fixation by means of Hoffmann's Fixateur Externe.

The number of patients treated: 163

Compound fractures: 79 (48 per cent) Closed fractures: 84 (52 per cent)

The patients' average age: 29.3 years.

In 66 per cent of the compound fractures, these had been caused in accidents involving motor-bicycles (mainly mopeds).

We have subsequently devoted a good deal of attention to our findings regarding treatment and the complications that might arise, taking especial note of the way in which treatment is affected by infections along the screws.

In the absence of any objective criteria by which to measure the result of treatment of fractures of the shaft of the tibia, our final results are of no more than relative value when it comes to comparing them with those of other investigations.

The result of treatment has been qualified as 'good' with 86.5 per cent of the patients, 'fair' with 9.2 per cent, and 'poor' with 4.3 per cent.

The statistical part of the investigation has concerned the relation between the anatomical characteristics of the fractures (initial displacement, type of fracture and the presence of a wound) and the likelihood of infectious complications.

We have also analysed the relation between the anatomical characteristics and the period of consolidation, as well as that between the anatomical characteristics and the likelihood of residual complaints and disabilities.

Finally, we have given a retrospect of

- stability and consolidation of fractures treated by means of Hoffmann's Fixateur Externe

- the beneficial effect of the Fixateur Externe on the healing of the wound,

- the resulting beneficial effect in the prevention of osteomyelitis.

In our opinion the results allow the following conclusions.

Conclusions.

1. Regarding infectious complications:

The occurrence of osteomyelitis in only 1.3 per cent of the compound fractures and 0 per cent of the closed fractures, in a succession of 163 fractures of the shaft of the tibia, has been achieved through a complex system of measures. One of these has been the primary fixation of unstable fractures by means of Hoffmann's Fixateur externe, a procedure in which any foreign body in the wound can be dispensed with.

- a. Primary, deep wound infections in compound fractures have occurred in 2.6 per cent of the cases. Literature shows that there are several ways of fracture fixation answering their purpose in the prevention of wound infections. The Fixateur Externe is one of these.
- b. Deep skin necrosis is a very frequent complication in fractures of the shaft of the tibia caused by direct violent impact.
In our patients, deep skin necrosis has not led to any cases of osteomyelitis. With regard to the prevention of osteomyelitis after deep skin necrosis, the primary treatment of fractures of the shaft of the tibia by means of the Fixateur Externe should be considered an excellent method.
- c. Routine treatment of unstable fractures with the Fixateur Externe has not entailed the performance of a high percentage of secondary surgery in the fracture site. This has led to a further reduction in the number of infectious complications.
- d. In none of the cases have infections around the screws had any adverse effects on the result of treatment. We can subscribe to the unanimous opinion in the literature of the subject that this complication is one of a mild nature.

2. Regarding consolidation:

External, antero-medial fixation of fractures of the shaft of the tibia, which in over 95 per cent of the cases has resulted in functional stability, has also provided sufficient stability to allow undisturbed consolidation.

The average period of consolidation in our series of fractures has been similar in duration to the average period of consolidation for series of fractures mainly treated conservatively.

3. Regarding the final result:

The high percentage of good results is due to the elimination of infectious complications.

3. Geraadpleegde literatuur.

- Aboucaya, L., L. Fani.* — Treatment of leg fractures by Hoffmann's external fixation. *Acta Orthop. Belg.*, 33,389. 1967.
- Adrey, J.* — Le fixateur externe d'Hoffmann couplé en cadre. Etude bio-mécanique dans les fractures de jambe. Thèse, Montpellier. 1970.
- Adrey, J.* — Hoffmann's external anchorage coupled in frame arrangement. Editions Gead. Paris. 1971.
- Allgöwer, M.* — Osteosynthese und primäre Knochenheilung. *Arch. Klin. Chir.* 308, 423. 1964.
- Allgöwer, M.* — Biologische Grundlage der Wundbehandlung. *Langenbecks Archiv für Chirurgie. Kongresbericht. Band 325.* 1969.
- Allgöwer, M.* — Weichteilprobleme und Infektionsrisiko der Osteosynthese. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 329, 1127. 1971.
- Anderson, R.* — An automatic method of treatment for fractures of the tibia and the fibula. *Surg. Gynec. Obstet.*, 58, 639. 1934.
- Baciu, A.* — Traitement des fractures ouvertes récentes par fermeture 'per secundam'. *Acta Orthop. Belg.* 28, 522. 1962.
- Bäckström, C. G.* — Traffic injuries in South Sweden. *Acta Chir. Scand. Suppl.*, 308. 1963.
- Bauer, G. C. H., P. Edwards, P. H. Widmark.* — Shaft fractures of the tibia. *Acta Chir. Scand.*, 124, 386. 1962.
- Bender, J.* — Voorlopige ervaringen met AO-plaatfixaties bij onderbeensfracturen. *Ned. T. Geneesk.*, 112, 718. 1968.
- Bender, J.* — De oefenstabiele onderbeen osteosynthese. Proefschrift, Rotterdam. 1970.
- Béranger-Féraud, L. J. B.* — De l'emploi de la pointe de Malgaigne dans les fractures. *Rev. de Thérap. Méd. Chir.* XV, 228. 1867.
- Blois de G., P. Blaimont, F. Burny.* — Considérations à propos de l'emploi du fixateur externe d'Hoffmann pour les fractures du tibia. *Acta Chir. Belg.*, 6, 1966.
- Bobay, J.* — Emploi et indication du F. E. d'Hoffmann au niveau du membre inférieur à propos de 87 observations. Thèse. Paris.
- Bodart, A., J. M. Sommelet, M. Bessot, C. Martin.* — Le traitement des fractures ouvertes de jambe par l'osteotaxis d'Hoffmann. *Rev. Chir. Orthop.* 50, 223. 1964.
- Boever, P.* — Fixateur automatique pour fractures diaphysaires. *J. Chir. (Brux.)* 30, 82. 1931.
- Boever, P.* — La suture osseuse du tibia par fixateur externe. 46e Congrès Français de Chirurgie, p. 320. 1937.
- Böhler, J.* — Le traitement des fractures diaphysaires ouvertes des os longs. *Acta Orthop. Belg.*, 28, 450. 1962.
- Böhler, L., e.a.* — Bericht über 3308 Unterschenkelbrüchen. Hefte zur Unfallheilkunde, Springer Verlag, Berlin. 1957.
- Bothwell, P. W.* — The problem of motorcycle accidents, *Practitioner*, 188, 474. 1962.
- Bowden, R. E. M., E. Gutmann.* — The fate in voluntary muscle after vascular injury in man. *J. Bone. Jt. Surg.*, 31 B, 356. 1949.
- Brichard, M.* — Aperçu des méthodes actuelles du traitement primitif des fractures diaphysaires ouvertes des os longs. *Acta Orthop. Belg.*, 28, 4. 1962.
- Bruck, H. G.* — Grundsätzliches zur Anwendung und Technik beim Defectverschluss durch freie Hauttransplantation. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 334, 567. 1973.
- Brunet, J.* — Les fractures ouvertes et fixateurs externes. Colloque sur le traitement des fractures de jambe. p. 112. Strasbourg. 1971.

- Burny, F., G. de Blois.* — La fixation externe en chirurgie. Symposium. Imprimerie med. et scient. Bruxelles. 1965.
- Burny, F., R. Bourgois.* — Etude biomécanique du fixateur externe d'Hoffmann. *Acta Orthop. Belg.*, 38, 265. 1972.
- Burri, C.* — Die Therapie der chronischen Osteitis. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 334, 537. 1973.
- Cabanac, J., J. Ferrieux.* — Le traitement des fractures ouvertes par l'ostéotaxis. *Lyon Chir.*, 51, 254. 1958.
- Cabanac, J., J. Ferrieux.* — Présentation d'une statistique intégrale d'utilisation du fixateur externe d'Hoffmann dans le traitement des fractures de jambe, des pseudoarthroses et des pseudoarthroses infectées. *Marseille Chir.*, 1, 1. 1961.
- Cauchoux, J., J. Duparc, P. Boulez.* — Traitement des fractures ouvertes de jambe. *Mém. Acad. Chir.*, 83, no 25-26, 811. 1957.
- Cauchoux, J., P. Lagneau, P. Boulez.* — Traitement des fractures ouvertes de jambe. Résultat de 230 cas observés entre le 1^{er} janvier 1955 et le 12 juin 1964. *Annales de Chir.*, 19, 23, 1520. 1965.
- Chapchal, G.* — Damages to bone caused by immobilization and their prevention. *J. Int. Coll. Surg.*, 44, 664. 1965.
- Charnley, J., A. Guindy.* — Delayed operation in the open reduction of fractures of long bones. *J. Bone Jt. Surg.*, 43-B, 664. 1961.
- Charnley, J.* — The closed treatment of common fractures. E. S. Livingstone Ltd., Edinburgh. 1968.
- Connes, H.* — Le fixateur externe d'Hoffmann en double cadre. Editions Gead, Paris. 1973.
- Connolly, J. F., D. Whittaker, E. Williams.* — Femoral and tibial fractures combined with injuries to the femoral or popliteal artery. *J. Bone Jt. Surg.* 53 A, 56. 1971.
- Coutelier, L.* — Considération sur la biologie de la consolidation osseuse. Colloque sur le traitement des fractures de jambe. p. 8 Strasbourg. 1971.
- Creyssel, J., G. De Mourgues, R. Ricard.* — Possibilités données par le fixateur externe d'Hoffmann dans le traitement des fractures récentes des membres. *Revue d'Orthop.*, 42, no 6, 873. 1956.
- Creyssel, J., J. Schnepf.* — Possibilités du fixateur externe dans le traitement des disjonctions pubiennes. *Lyon Chir.*, 4, 570. 1960.
- Creyssel, J., J. Schnepf.* — De l'utilisation du fixateur externe dans certaines fractures du bassin. *Lyon Chir.*, 4, 584. 1960.
- Danis, R.* — Théorie et pratique de l'ostéosynthèse. Masson et Cie, Paris. 1949.
- Deburge, A.* — Anatomie pathologique des lésions des parties molles, les trois stades de Gauchoux. Colloque sur le traitement des fractures de jambe. p. 177, Strasbourg. 1971.
- Decoulx, P., M. Ducloux, M. Dupont.* — Les fractures bifocales de jambe; à propos de 30 cas. *Acta Orthop. Belg.*, 29, 628. 1963.
- Decoulx, P., M. Ducloux, J. Decoulx.* — Indications et résultats du fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures ouvertes de jambe. Statistique de 82 cas. *Revue d'Orthop.*, 51, 7, 631. 1965.
- Decoulx, P., J. P. Razemon, A. Duquennoy.* — L'utilisation du fixateur externe d'Hoffmann dans les plasties à jambes croisées. *An. Chir. Plast.* 12, 3, 247. 1967.
- Dehne, E., e.a.* — The natural history of the fractured tibia. *Surg. Clin. N. Amer.*, 41, 2. 1961.
- Dehne, E., C. W. Metz, Ph. A. Deffer, R. M. Hall.* — Nonoperative treatment of the fractured tibia by immediate weight bearing. *J. Trauma*, 1, 514. 1961.
- De Marneffe, R.* — Recherches morphologiques et expérimentales sur la vascularisation osseuse. *Acta Chir. Belg.*, 50, 469, 568 et 681. 1951.

- De Moor, P.* — Le traitement des fractures ouvertes des os longs. *Acta Orthop. Belg.*, 28, 487. 1962.
- Denis, R.* — Traitement des fractures ouvertes de jambe par le procédé d'Hoffmann. *Lyon Chir.*, 51, 249. 1956.
- Desenfans, G.* — A propos de traitement des fractures de la diaphyse tibiale. *Acta Orthop. Belg.*, 19, 351. 1953.
- De Wulf, A.* — A propos des fractures de la diaphyse des os de la jambe. *Acta Orthop. Belg.*, 20, 191. 1954.
- De Wulf, A., Ed.
Ed. Van der Elst.* — Les débuts de l'ostéosynthèse en Belgique. Volume édité à l'occasion du 50e anniversaire de la Société Belge de chirurgie orthopédique et de traumatologie: 1921-1971. Imprimerie des sciences, Bruxelles. 1971.
- Donker E., de, E. v. d. Elst.* — Les fractures diaphysaires des deux os de la jambe. *Acta Orthop. Belg.*, 19, 333. 1953.
- Edwards, P.* — Fracture of the Shaft of the Tibia: 492 Consecutive Cases in Adults. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 76. 1965.
- Ellis, H.* — The speed of healing after fracture of the tibial shaft. *J. Bone Jt. Surg.* 40 B, 43. 1958.
- Ellis, H.* — Disabilities after tibial shaft fractures. *J. Bone Jt. Surg.*, 40 B, 190. 1958.
- Emery, M. A.,
H. Murakami.* — The features of fracture healing in cats after immediate and delayed open reduction. *J. Bone Jt. Surg.*, 46-B, 571. 1967.
- Essex-Lopresti, P.* — The open wound in trauma. *Lancet.*, 1, 745. 1950.
- Evrard, H.* — A propos de l'emploi du tuteur externe d'Hoffmann dans les fractures de la diaphyse tibiale. *Acta Orthop. Belg.*, 25, 157. 1959.
- Evrard, H.* — La fixation externe en chirurgie. Symposium. Imprimerie med. et scient. Bruxelles 1965.
- Falkenberg, J.* — An experimental study of the rate of fracture healing. *Acta. Orthop. Scand. Suppl.* 50. 1961.
- Fogelberg, E. V.,
E. N. Zitzman,
F. E. Stinchfield.* — Prophylactic penicillin in orthopaedic surgery. *J. Bone Jt. Surg.*, 52 A, 95. 1970.
- Freeman, W. A.,
A. L. Garnes.* — Open tibial shaft fractures. *Americ. J. Surg.*, 95, 415. 1958.
- Gögler, E.* — Der schwere Unfall in der modernen Industriegesellschaft. *Langenbecks Archiv für Chirurgie.* 329, 922. 1971.
- Gurd, A. R., R. I. Wilson.* — The fat embolism syndrome. *J. Bone Jt. Surg.*, 56 B, 408. 1974.
- Hansson Per, G.* — Road traffic casualties in a surgical department. *Acta Chir. Scand. Suppl.* 442. 1974.
- Harrison, S. H.* — Fractures of the tibia complicated by skin loss. *Brit. J. Plastic Surg.*, 21, 3. 1968.
- Hartmann, H.* — Das Schicksal von 1.000 Verunglückten und stationär behandelten Motorradfahrer. *Arch. Klin. Chir.* 282, 43. 1955.
- Hicks, J. H.* — Amputation in fractures of the tibia. *J. Bone Jt. Surg.*, 46 B, 388. 1964.
- Hierholzer, G.* — Exogene Knochen und Gelenkinfektionen. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 334, 511. 1973.
- Hoffmann, R.* — Rotules à os pour la réduction dirigée, non sanglante, des fractures (ostéotaxis). *Congrès Suisse de Chirurgie 1938 et Helvetica Medica Acta*, p. 844. 1938.
- Hoffmann, R.* — Fixateur externe transcutané pour fractures mandibulaires. *Helvetica Medica Acta*, p. 521. 1944.
- Hoffmann, R.* — L'ostéotaxis, ostéosynthèse transcutanée par fiches et rotules. (Préf. du Prof. Merle d'Aubigné). Edit. Gead, Paris. 1951.

- Hoffmann, R.* — Enclouage médullaire et ostéotaxis. *Lyon Chir.*, 50, 309. 1955.
- Hoffmann, R.* — Du danger des fixateurs externes et des moyens de le pallier. *Acta. Chir. Belg.*, p. 585. 1957.
- Hoffmann, R.* — Osteotaxis, percutane Knochenfixierung, (Préf. du Prof. Brunner.) F. Enke Verlag. Stuttgart. 1959.
- Hololtcheff, I. J.* — Fractuurbehandeling, een statistisch onderzoek van femur en tibia-schacht fracturen. Proefschrift, Amsterdam. 1974.
- Houdart, L., J. Judet.* — Valeur des méthodes actuelles d'ostéosynthèse par fixateur externe chez l'adulte. *J. Chir.*, Paris, 5, 673. 1934.
- Hussen, F. A. J. van.* — Electrogoniometrie van de knie. Proefschrift, Nijmegen. 1973.
- Hutinel, J.* — L'ostéotaxis d'Hoffmann dans les fractures ouvertes de jambe. *Lyon Chir.* 51, 249. 1956.
- Isler, W.* — Über die Indikation zur Osteotaxis nach R. Hoffmann. *Acta. Helv. Chir.*, p. 289. 1951.
- Joly, J.* — Présentation d'un instrument d'ostéosynthèse. 42e Congrès Français de Chirurgie. p. 772. 1933.
- Jørgensen, T. E.* — The effect of electric current on the healing time of crural fractures. *Acta Orthop. Scand.*, 43, 421. 1972.
- Jørgensen, T. E.* — Measurements of stability of crural fractures treated with Hoffmann osteotaxis. *Acta. Orthop. Scand.*, 43, 188, 1972.
- Judet, H.* — Instrumentation pour ostéosynthèse à tuteur externe. *Soc. Chir.* Paris, juin 1932.
- Judet, R. & J.* — Remarque à propos des fixateurs externes dans le traitement des fractures ouvertes de jambe. *Mém. Acad. Chir. Paris*, 84, 288. 1958.
- Judet, R.* — Décortication ostéomusculaire, Actualités de Chirurgie Orthopédique de l'hôpital Raymond Poincaré, 4, 93. 1965.
- Juvara, E.* — Tratatamentul operatorial fracturilor diafizelor prin metoda fixatorului extern. *Bucarest.* 1916.
- Kaesmann, H. J.* — Stabile Osteosynthese durch den Kompressions-Nagel. *Chirurg.*, 37, (6), 272. 1966.
- Karlström, G., S. Olerud.* — Fractures of the tibial shaft. A critical evaluation of treatment alternatives. *Clin. Orthop.*, 105, 82. 1974.
- King, K. F.* — Orthopaedic aspects of war wounds in South Vietnam. *J. Bone Jt. Surg.* 51 B, 112. 1969.
- König, F.* — Operative Chirurgie der Knochenbrüche, Verlag Julius Springer. Berlin. 1931.
- Küntschner, G.* — 25 Jahre Marknagelung. *Zbl. Chir.* 90, 45, 2257. 1965.
- Lacroix, P.* — Posttraumatic osteoporosis in the growing skeleton. Pergamon press. Oxford, 1963.
- Lacroix, P., A. Vincent.* — L'ostéoporose posttraumatique chez l'enfant. *Rev. Chir. Orthop.*, 50, 151. 1964.
- Lambotte, A.* — L'intervention opératoire dans les fractures. A. Maloine, Libraire-Editeur, Paris 1907.
- Lambotte, A.* — L'intervention opératoire dans les fractures de jambe. 46e Congrès Français de Chirurgie, p. 889. 1937.
- Lambret, O.* — Appareil pour la réduction et la contention des fractures. *Bull. et Mém. Soc. Nat. Chir.*, p. 871. 1910.
- Lannelongue, J.* — Fixateur externe et fractures complexes. Actualités de Chirurgie de l'Hôpital R. Poincaré, 81-100. Masson. Paris. 1962.
- Laarriex, H., H. Bismuth.* — L'utilisation du fixateur de Hoffmann dans les fractures récentes complexes de jambe. *Ann. Chir.*, 18, 1413. 1964.

- Lemmens, H. A. J.* — De compressie-nagel bij distale tibia-fracturen. Ned. T. Geneesk., 112, 2334. 1968.
- Linge, B. van.* — Onderzoek naar de activiteit van de onderbeenmusculatuur tijdens het lopen. Ned. T. Geneesk., 110, 608. 1966.
- Linge, B. van.* — Analyse van de menselijke gang. Ned. T. Geneesk., 110, 1890. 1966.
- Lottes, O. L.* — Medullary nailing of the tibia with the triflange nail. Clin. Orthop., 105, 253. 1974.
- Magis, F.* — Behandeling van het weke-delenletsel bij fracturen. Ned. T. Geneesk. 118, 246. 1974.
- Malgaigne, J. F.* — Traité des fractures et des luxations, Paris. 1847.
- Meier, F., C. Heinz.* — Tibialis anterior Syndrom nach Frakturen am Unterschenkel. Chir. Praxis. 18, 297. 1974.
- Merle d'Aubigné, R.* — Traitement des fractures diaphysaires ouvertes. Acta Orthop. Belg., 28, 417. 1962.
- Merle d'Aubigné, R.* — Blind intramedullary nailing for tibial fractures. Clin. Orthop., 105, 267. 1974.
- Merleau-Ponty, M.* — Phénoménologie de la perception. Librairie Gallimard, Paris. 1945.
- Milch, H.* — Tibio fibular synostosis for non union of the tibia. Surgery, 27, 770. 1950.
- Miller, J. E.* — Bone infections. Clinical orthopaedics, 96, 1973.
- Mittelmeier, H.* — Zur Entstehung und Bedeutung der exogenen Osteomyelitis auf Grund statistischer Auswertung von 404 Osteomyelitis Fällen. Die posttraumatische Osteomyelitis. F. K. Schattauer Verlag. Stuttgart-New York. 1970.
- Moor, P. de.* — Le traitement des fractures des os longs. Acta Orthop. Belg., 28, 4. 1962.
- Muller, J. N., S. Babin.* — Remarque sur la consolidation des fractures de jambe traitées par le fixateur externe d'Hoffmann. Annales de Chir., 24, 3, 197. 1970.
- Muller, J. N.* — Fractures ouvertes de jambe et fixateur externe. Colloque sur le traitement des fractures de jambe. p. 216, Strasbourg. 1971.
- Müller, M. E.* — Technik der operativen Frakturenbehandlung. Verlag Julius Springer, Berlin. 1963.
- M. Allgöwer, H. Willenegger.*
- Müller, M. E.* — A propos de la guérison per primam des fractures, Rev. Orthop., 50, 697. 1964.
- Naden, J. R.* — External skeletal fixation in the treatment of fractures of the tibia. J. Bone Jt. Surg., 31 A, 586. 1949.
- Nicoll, E. A.* — Fractures of the tibial shaft. J. Bone Jt. Surg., 46 B, 373. 1964.
- Nielsen, H. K. L.* — Bijdrage tot de kennis van de exogene osteomyelitis der lange pijpbeenderen. Proefschrift, Amsterdam. 1969.
- Nilsson, U.* — Biophysical investigations of the mineral phase in healing fractures. Acta Orthop. Scand. Suppl. 39. 1959.
- Nollen, A. J. G.* — Effects of inorganic phosphate supplements on fracture healing and bone remodelling in rabbits. Proefschrift, Nijmegen. 1972.
- Norman, L. G.* — Road traffic accidents. Epidemiology, control and prevention. Public Health Papers no. 12, World health organization, Geneva. 1962.
- Oey, F. T. I.* — De medicamenteuze behandeling van huidnecrose. Proefschrift, Leiden. 1956.

- Parkhill, Clayton.* — Further observations regarding the use of the bone clamp in un-united fractures, fractures with mal-union and recent fractures with tendency to displacement, *Ann. Surg.*, p. 553. 1898.
- Picot, G.* — 30 observations des fractures ouvertes suturées primitivement. *Bulletin Mémoire Société Chir.*, Paris, 43, 1859. 1917.
- Ray, A.* — Technique, résultats, indications de l'emploi du fixateur externe d'Hoffmann. *Imprimerie des Beaux-Arts, J. Tixier & Fils.* Lyon. 1964.
- Rehn, J.* — Hautdefektversorgung im Bereich der Extremitäten und am Stamm. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 334, 604. 1973.
- Rigaud.* — Geciteerd door Féraud in 'De l'immobilisation directe dans les fractures'. p. 630. Paris 1870.
- Ryan, C. A.* — Injuries in traffic accidents. *New Engl. J. Med.*, 276, 1066. 1967.
- Saint Picq, H.* — Contribution à l'étude du fixateur externe d'Hoffmann. *Imprimerie Leche*, Toulouse. 1968.
- Sarmiento, A.* — A functional below-the-knee cast for tibial fractures. *J. Bone Jt. Surg.*, 49 A, 855. 1967.
- Sarmiento, A.* — Functional bracing of tibial fractures. *Clin. Orthop.*, 105, 202. 1974.
- Schenk, R.* — Zum histologischen Bild der sogenannten Primärheilung der Knochenkompakta nach experimentellen osteotomien am Hund. *Experientia*, 15, XI, 593. 1963.
- Schilder,* — Das Körperschema, *Julius Springer Verlag*, Berlin 1923.
- Schweikert, G. H.* — Postoperative Knochen Infektionen nach Nagelungen und Fremdkörper Implantationen. *Langenbecks archiv für Chirurgie*, 334, 515. 1973.
- Sevitt, S.* — Fatal road accidents. Injuries, complications and causes of death in 250 subjects. *Brit. J. Surg.*, 55, 31. 1968.
- Slikke, W. v. d.* — Demonstratie van patiënten behandeld volgens het AO-principe. *Ned. T. Geneesk.*, 111, 284. 1967.
- Smith, J. E. M.* — The results of early and delayed internal fixation of fractures of the shaft of the femur. *J. Bone Jt. Surg.*, 46 B, 28. 1964.
- Smith, J. E. M.* — Results of early and delayed internal fixation for tibial shaft fractures. *J. Bone Jt. Surg.*, 56 B, 469. 1974.
- Straaten van Th. J.* — De stabiele intramedullaire osteosynthese van het onderbeen. *Proefschrift*, Amsterdam. 1974.
- Swaan, J. W.* — Onderbeenfracturen bij volwassenen en kinderen. *Proefschrift*, Amsterdam. 1970.
- Thoma, K. H.* — New methods for immobilisation of the mandible. *Oral Surg. Oral. Med. Tral Path.*, 1, 98. 1948.
- Trueta, J.* — Studies of the Development and Decay of the Human frame. *William Heinemann medical Books Ltd.* London. 1968.
- Urist, M. R., R. Mazet, F. L. MacLean.* — The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union. *J. Bone Jt. Surg.*, 36 A, 931. 1954.
- Van Der Ghinst, M., L. De Geeter.* — Le fixateur externe d'Hoffmann (Ostéotaxis). *Acta Chir. Belg.*, p. 575. 1957.
- Van Der Ghinst, M., L. De Geeter.* — Les fractures ouvertes de la diaphyse tibiale. *Acta Orthop. Belg.*, 28, 497. 1962.
- Van Der Ghinst, M., & Coll.* — Study of an integral serie of 136 fractures of the tibia treated by Hoffmann's external fixator. *Acta Chir. Belg.*, 65, 473. 1966.
- Van Der Ghinst, M., L. De Geeter.* — Traitement des fractures de jambe par le fixateur externe de Hoffmann. La fixation externe en chirurgie. *Symposium, Imp. Med. et Scient Bruxelles*. 1965.
- Van Der Ghinst, M., L. De Geeter.* — Quatorze ans d'utilisation de l'ostéotaxis pour le traitement des fractures diaphysaires de jambe. Problème du recouvrement des pertes de substance cutanée. *Acta Orthop. Belg.*, 38, 302. 1972.

- Verbeek, O.,
C. P. Dubbelman.*
Verbrugge, J.
Vidal, J.
*Vidal, J., P. Rabischong,
J. Adrey, F. Bonnel,
M. Jamme, Y. Allieu.*
*Vidal, J., J. G. Pous,
Y. Allieu, J. Adtey,
Ch. Goalard.*
*Vidal, J., C. Golard.
J. Adrey, A. Dimiglio.*
Watson Jones, R.
Wehner, W.
*Willenegger, H.,
M. Ledermann,
H. G. Wahl, U. Plaass.*
Willenegger, H.
Wittebol, P.
*Yamagishi, M.,
Y. Yoshimuro.*
Zucman, J.
Zucman, J., P. Maurer.
Zucman, J., e.a.
*Zucman, J., P. Maurer,
C. Berbesson.*
- Pseudarthrosis of the long bones, North-Holland Publishing. Cy. 1961.
- A propos de l'emploi de la prothèse externe en chirurgie osseuse. J. Chir. (Brux.), 4, 100. 1931.
- Etude de 150 fractures diaphysaires de jambe. Leurs séquelles fonctionnelles, leurs conséquences professionnelles et sociales. Montpellier Chir. 11, 4, 499. 1965. Rev. d'orthop., 51, 6, 569. 1965.
- Augmentation de l'efficacité de l'ostéotaxis d'Hoffmann par l'utilisation de fixateurs couplés en cadre. 44e Réunion de la S.O.F.C.O.T., Paris, 6 novembre 1969.
- Notre expérience de l'irrigation continue dans le traitement des suppurations et des fracas des membres. Montpellier Chir., 16, 5, 481. 1970.
- Emploi du fixateur externe d'Hoffmann en cadre dans le traitement des fractures ouvertes de jambe. Colloque sur le traitement des fractures de jambe. p. 202, Strasbourg 1971.
- Fractures and joint injuries, E. & S. Livingstone Ltd., Edinburg. 1952.
- Wandlung in der Behandlung komplizierter langer Schaftknochenfracturen. Z. Artz. Fortbild., 62, 1313. 1968.
- Über das Wesen der Spüldrainage. Die posttraumatische Osteomyelitis. F. K. Schattauer Verlag, p. 79. Stuttgart - New York. 1970.
- Therapie der traumatischen Osteomyelitis. Langenbecks Archiv für Chirurgie, 334, 529. 1973.
- 'Fixateur externe' bij gecompliceerde onderbeensfracturen. Ned. T. Geneesk., 106 (II) 2459. 1962.
- The biomechanics in fracture healing. J. Bone Jt. Surg., 37 A, 1035. 1955.
- Considérations biologiques sur la consolidation des fractures diaphysaires. Colloque sur le traitement des fractures de jambe. p. 1, Strasbourg 1971.
- Two-level fractures of the tibia. J. Bone Jt. Surg 51 B, 686. 1969.
- Fractures récentes de jambe traitées par enclouage. Acta Orthop. Belg., 33, 15. 1967.
- The effect of autografts of bone and periosteum in recent diaphysial fractures. J. Bone Jt. Surg., 50 B, 409. 1968.

Bijlage.

Onderzoekformulier.

Tabellen met gegevens uit de onderzoekformulieren.

Onderzoekformulier.

Sectie I. Algemeen.

Datum van na-onderzoek

Volgnummer

Leeftijd

Geslacht

Verpleegdagen

Schaatsongeval.

1a

Fietsongeval.

2a

Val op de grond, of val van een kleine hoogte.

3a

Andere oorzaken.

4a

Fibula gebroken:

Fibula gebroken.

1

Fibula niet gebroken.

0

Sectie II. Beschrijving onderbeenfractuur en nevenletsels.

Type fractuur:

Dwars.

1

Kort / schuin.

2

Lang / schuin.

3

Spiraalfracturen.

4

Comminutief.

5

Fragment van tibia verloren gegaan.

6

Fractuur op meer dan een niveau.

7

Enkel- of dubbelzijdig:

Alleen linker been.

1

Linker been (rechter been ook gebroken).

2

Alleen rechter been.

3

Rechter been (linker been ook gebroken).

4

Direkt- of indirekt trauma:

Slag of stoot tegen tibia (direkt).

1

Tibia niet getroffen (indirekt).

2

Aanwezigheid van een wond:

Geen wond.

0

Kleine wond (tot 5 centimeter).

1

Grote wond (meer dan 5 centimeter).

2

Oorzaak van het ongeval:

Voetganger of fietser verwond door een aanrijding met een auto of een bromfiets.

1

Bromfietser verwond door een aanrijding met een auto of een bromfiets.

2

Bromfietser alleen verwond door een bromfiets ongeval.

3

Automobilist of inzittende verwond door een ongeval.

4

Ongeval met een trein of tram.

5

Val van een hoogte, meer dan 3 meter.

6

Klap van een zwaar voorwerp.

7

Voetbalongeval.

8

Dislocatie bij opname:

Geen dislocatie.

0

Minder dan een halve schachtbreedte verplaatst.

1

Meer dan halve schachtbreedte verplaatst.

2

Volledige dislocatie.

3

Intra-articulaire uitbreiding van de fractuur:

Geen intra-articulaire uitbreiding.

0

In kniegewricht.

1

In enkelgewricht.

2

Localisatie van de fractuur:

Proximale derde deel.	1
Middelste derde deel.	2
Distale derde deel.	3
Fracturen op meer dan een niveau.	4

Letsels buiten onderste extremiteiten:

Geen letsels.	0
Schedel trauma.	1
Thorax letsel.	2
Abdominaal letsel.	3
Bekken fractuur.	4
Bovenste extremiteiten.	5

Letsels onderste extremiteiten, andere dan, cruris fracturen:

Geen letsels.	0
Heup fractuur.	1
Femurschacht fractuur.	2
Patella fractuur.	3
Tibia plateau fractuur.	4
Enkel fractuur (malleolen fracturen).	5
Fracturen voetskelet.	6
Wonden niet in fractuur zone (meer dan 15 cm afstand van fractuur).	7

Sectie III. Behandeling.**Methode van behandeling:**

Draadextensie en gips daarna.	1
Alleen gips.	2
Gips daarna fixateur externe.	3
Alleen fixateur externe.	4
Fixateur externe daarna gips.	5
Draadextensie daarna fixateur externe.	6

Tijdstip van fixatie met fixateur externe van Hoffmann:

Binnen 6 uur na ongeval.	1
Tussen 6 en 8 uur na ongeval.	2
Tussen 8 en 10 uur na ongeval.	3
Meer dan 10 uur na ongeval.	4
Meer dan 24 uur na ongeval.	5
Meer dan 1 week na ongeval.	6

Wondbehandeling:

Niet op operatiekamer.	1
Op operatiekamer.	2
Ontspannings incisies en Thiersch plastieken.	3
Draailap cutaan en Thiersch plastieken.	4
Draailap musclocutaan en Thiersch plastieken.	5
Verband om het been na operatie.	6
Geen verband om het been na operatie.	7

Anticoagulantia:

Geen anticoagulantia toegediend.	0
Anticoagulantia gestaakt bij ontslag.	1
Anticoagulantia voortgezet bij ontslag.	2

Antibiotica:

Bij opname op eerste hulp.	1
Op de operatiekamer.	2
Na de operatie.	3
Meerdere antibiotica te samen gegeven.	4

Stand van de fractuur na eerste phase van behandeling:

Anatomisch.	1
Meer dan 6 graden varus.	2
Meer dan 6 graden valgus.	3
Meer dan 6 graden antecurvatie.	4
Meer dan 6 graden recurvatie.	5
Cortex dikte zijdelingse verplaatsing.	6
Zijdelingse verplaatsing minder dan de halve schachtbreedte.	7
Zijdelingse verplaatsing meer dan de halve schachtbreedte.	8

Aantal malen repositie (of bijstellen fixateur externe).

Geen repositie.	0
Eenmaal repositie.	1
Tweemaal repositie.	2
Meer dan tweemaal gereponeerd.	3

Belasting van de fractuur:

Binnen veertien dagen.	1
Tussen veertien dagen en vier weken.	2
Tussen vier en zes weken.	3
Na de zesde week belast.	4

Duur van de gipsbehandeling nadat de fixateur verwijderd is in weken:

	—
--	---

Duur totale behandeling (moment waarop gips definitief wordt afgenomen) is gelijk aan de tijd nodig voor consolidatie van de fractuur in weken:**Aantal malen opgenomen:**

Eenmaal.	1
Tweemaal.	2
Meer dan tweemaal.	3
Duur opname in dagen	

Aantal polikliniek bezoeken:

	—
--	---

Secundaire ingrepen:	
Geen ingrepen.	0
Bottransplantatie.	1
Osteotomie van de fibula.	2
Compressie fixatie.	3
Compressie fixatie en decorticatie.	4
Sequestrotomie en/of curetage.	5
Osteotomie van de tibia.	6

Sectie IV. Complicaties.

Overleden:	
Door ongeval.	1
Door complicaties.	2

Complicaties in de fractuurzone:	
Gestoorde wondgenezing.	1
Gestoorte consolidatie.	2
Oppervlakkige necrose.	3
Diepe necrose.	4
Osteomyelitis.	5
Amputatie onderbeen primair.	6
Amputatie onderbeen secundair.	7

Thrombose:	
Geen thrombose.	0
Thrombose.	1
Embolie.	2
Thrombose in andere been.	3

Refracturen:	
Geen refracturen.	0
Door groot trauma.	1
Door klein trauma.	2

Infectie rond een of meer pengaten:	
Geen infectie.	0
Infectie.	1

Fixateur verwijderd wegens infectie rond pengaten:	
Neen.	0
Ja.	1

Klinisch behandeld wegens infectie rond de pengaten:	
Neen.	0
Ja.	1

Poliklinisch behandeld wegens infectie rond de pengaten:	
Neen.	0
Ja.	1

Pengat infectie aanwezig bij einde fractuurbehandeling:	
Neen.	0
Ja.	1

Operatieve ingreep wegens infectie rond een der pengaten:	
Neen.	0
Ja.	1

Sectie V. resultaat.

Klachten:	
Geen.	0
Weinig	1
Veel.	2

Pijn klachten:	
Geen pijnklachten.	0
Pijnklachten enkelgewricht.	1
Pijnklachten subtalaire gewricht.	2
Pijnklachten kniegewricht.	3
Insufficiëntie klachten voorvoet.	4
Pijn littekens.	5

Klachten ter hoogte van de fractuur:	
Geen.	0
Klachten ter hoogte van de fractuur ongeacht de aard van deze klachten.	1

Veranderde hoekstand ten opzichte van de eerste phase van de behandeling:	
Geen veranderde hoekstand.	0
Meer dan 6 graden varus.	1
Meer dan 6 graden valgus.	2
Meer dan 6 graden antecurvatie.	3
Meer dan 6 graden recurvatie.	4

Zijdelingse verschuiving ten opzichte van de eerste phase van de behandeling:	
Geen positieverschuiving.	0
Cortex dikte verschuiving.	1
Minder dan halve schachtbreedte verschuiving	2
Meer dan halve schachtbreedte verschuiving	3

Rotatie afwijkingen:	
Geen rotatie afwijking.	0
Wel rotatie afwijking.	1

Pseudoarthrose:	
Geen pseudoarthrose.	0
Wel pseudoarthrose.	1

Verkorting na consolidatie gemeten:

Verkorting tussen 0 en 15 mm.	1
Verkorting tussen 15 en 20 mm.	2
Verkorting meer dan 20 mm.	3

Contractuur (ischaemische contractuur tenen):

Geen ischaemische contractuur.	0
Ischaemische contractuur.	1

Functie enkel, knie en subtalaire gewricht, in vergelijking met andere zijde:

Geen beperking.	0
Enkel minder dan een/derde beperkt.	1
Enkel meer dan een/derde beperkt.	2
Enkel stijf.	3
Subtalaire gewricht beperkt.	4
Knie gewricht beperkt.	5

Sensibiliteit (vergelijk andere zijde):*Nervus peroneus profundus:*

Sensibiliteit spatium interdigitum 1 en 2.	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Nervus peroneus superficialis:

Sensibiliteit voetrug	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Nervus tibialis:

Sensibiliteit voetzool (mediaal)	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Bijzonderheden beschrijven (inlegvel).

Motoriek (vergelijk andere zijde):*Nervus peroneus profundus:*

Aanspannen musc. tibialis anterior	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Aanspannen musc. extensor hallucis longus	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Aanspannen musc. extensor digitorum longus	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Nervus peroneus superficialis:

Aanspannen musc. peroneus brevis	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Aanspannen musc. peroneus longus	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Nervus tibialis:

Aanspannen musc. tibialis posterior	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Aanspannen musc. flexor hallucis longus	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Aanspannen musc. flexor digitorum longus	
niet gestoord.	0
gestoord.	1

Bijzonderheden beschrijven (inlegvel).

Reflexen (voetzool- en achillespeesreflex) (vergelijk andere zijde):

Niet gestoord.	0
Gestoord.	1

Arteriele circulatie (vergelijk andere zijde):

Arteria tibialis posterior pulseert.	1
Arteria tibialis posterior pulseert niet.	2

Arteria dorsalis pedis pulseert.	3
Arteria dorsalis pedis pulseert niet.	4

Veneuze circulatie (vergelijk andere zijde):

Toename varices.	1
Geen toename varices.	2
Pigmentatie toegenomen.	3
Pigmentatie niet toegenomen.	4

Atrofie bovenbeen (indien meer dan 2 cm):

Geen atrofie.	0
Wel atrofie.	1

Aspect extremiteit:

Geen verschil met andere zijde.	0
Gave huid.	1
Kwetsbare huid, of ontsierde littekens.	2
Chronisch oedeem, of cyanose.	3
Fistels al dan niet intermitterend.	4

Gang:

Ongestoord.	3
Eerder moe in getroffen been.	1
Loopt met stok of loopt mank.	2

Invalideitsrente:

Geen rente trekkend.	0
Trekt invalideitsrente door resttoestand na fractura cruris.	1

Sociale implicaties:

Werkt niet.	1
Oude werk volledig hervat.	2
Oude werk beperkt hervat.	3
Promotiekans behouden.	4
Overgeplaatst op andere afdeling.	5
Studie voortgezet.	6
Studie afgebroken.	7

48 patiënten conservatief behandeld en 4 patiënten behandeld met een AO-plaat.
(voor betekenis der cijfers zie onderzoekformulier).

Sectie I Algemeen			Sectie II Beschrijving fracturen					Sectie III Behandeling		
Volgnummer patient	Leeftijd in jaren	Verpleeg- dagen	Oorzaak van het ongeval	Type fractuur	Grootte van de wond	Dislocatie bij opname	Localisatie van de fractuur	Methode van behandeling	Duur totale behandeling Consolidatie (in weken)	Secundaire ingrepen
1	17	77	2	1	2	1	1	1	11	0
2	21	7	7	2	0	0	2	2	7	0
3	62	43	2	5	2	3	3	1	17	0
4	20	23	7	1	1	0	2	2	13	0
5	17	11	2	1	0	0	2	2	12	0
6	19	27	2	1	1	1	2	1	15	0
7	66	33	4a	5	0	1	1	2	14	0
8	46	20	4	7	0	1	2/3	2	16	0
9	57	21	7	5	0	2	3	7AO	13	0
10	24	24	4	5	0	1	1	2	16	0
11	69	60	4a	5	0	1	3	2	11	0
12	56	41	2a	1	0	1	1	2	10	0
13	23	4	8	1	0	0	2	2	13	0
14	24	2	8	1	0	0	2	2	11	0
15	19	12	3	5	1	0	2	2	13	0
16	19	49	2	1	2	0	1	1	11	0
17	71	14	3a	1	0	0	1	2	9	0
18	38	43	2	5	2	3	3	1	19	0
19	79	32	4a	1	0	1	3	2	19	0
20	17	31	2	3	1	3	2	7AO	36	0
21	41	45	4	5	1	3	3	1	20	0
22	42	10	2	1	0	0	2	2	11	0
23	75	29	2	4	0	1	3	1	15	0
24	59	21	6	3	0	2	3	1	14	0
25	24	12	8	1	0	0	2	2	19	0
26	16	6	8	1	0	0	2	2	10	0
27	16	8	2	1	0	0	2	2	13	0
28	16	14	8	1	0	0	2	2	9	0
29	28	11	7	1	1	0	1	2	10	0
30	19	15	2	5	2	1	1	2	9	0
31	47	12	4	1	0	0	3	2	12	0
32	18	8	7	1	0	1	3	2	10	0
33	57	19	1	1	0	0	1	2	13	0
34	16	21	2	1	2	0	2	2	9	0
35	38	21	4	3	0	1	3	1	13	0
36	18	46	2	3	2	1	2	2	13	0
37	61	16	2	1	0	0	1	2	14	0
38	33	14	6	3	0	1	3	1	14	0
39	27	21	2	1	1	1	1	2	17	0
40	34	47	2	5	0	2	3	1	15	0
41	19	37	2	5	1	3	2	7AO	17	0
42	18	4	8	4	0	0	3	2	8	0
43	22	5	8	1	0	0	2	2	11	0
44	23	15	2	1	1	3	2	7AO	16	0
45	16	21	8	1	0	1	3	2	10	0
46	16	38	1	2	1	1	3	2	7	0
47	50	13	2	4	0	1	1	2	13	0
48	16	21	2	1	0	0	2	2	11	0
49	32	38	1	5	0	3	3	1	12	0
50	59	9	2	3	0	0	3	2	8	0
51	41	6	1	4	0	1	3	2	12	0
52	21	6	4	1	0	0	2	2	14	0

49 patiënten met gesloten fracturen behandeld met fixateur externe
(voor betekenis der cijfers zie onderzoekformulier).

Sectie I Algemeen			Sectie II Beschrijving fracturen				Sectie III Behandeling					
Volgnummer patient	Leeftijd in jaren	Verpleeg- dagen	Oorzaak van het ongeval	Type fractuur	Dislocatie bij opname	Localisatie van de fractuur	Methode van behandelen	Tijdstip van de fixatie	Duur behandeling met fixateur externe (in weken)	Duur gipsbehandeling na verwijderen fixateur (in weken)	Duur totale behandeling Consolidatie (in weken)	Secundaire ingrepen
1	16	29	1	3	1	2	5	4	7	3	10	0
2	27	12	8	2	1	3	5	1	12	18	30	0
3	39	23	2	2	1	3	5	1	12	20	32	0
4	37	23	1	5	2	3	5	3	9	4	13	0
5	17	25	3	3	1	2	5	4	11	4	15	0
6	27	12	8	3	1	2	5	1	8	10	18	0
7	26	74	8	1	3	2	5	1	11	6	17	0
8	17	30	2	3	1	2	5	1	12	3	15	0
9	21	12	8	1	3	2	6	5	11	8	19	0
10	33	15	4a	4	1	3	3/5	5	10	2	12	0
11	21	16	2	1	1	3	3/5	6	10	4	14	0
12	27	12	8	1	0	3	5	5	12	3	15	0
13	16	28	2	3	1	3	5	4	11	4	15	0
14	26	7	4a	2	2	2	5	1	9	4	13	0
15	54	32	1	1	1	3	5	1	11	12	23	0
16	19	27	8	1	0	2	3/5	6	13	2	15	0
17	26	42	3	5	2	2	5	4	14	7	21	0
18	46	145	4	2	1	2	4	1	17	0	17	0
19	18	15	2	1	0	3	3/5	4	11	4	15	0
20	18	6	8	1	1	3	3/5	5	8	2	10	0
21	19	29	4	5	1	2	3/5	6	13	4	17	0
22	20	18	2	5	1	3	3/5	6	8	17	25	0
23	23	11	6	3	1	3	5	4	13	5	18	0
24	52	36	3	4	2	3	4	1	10	3	13	0
25	44	105	4a	3	3	3	3/5	6	14	3	17	0
26	20	11	8	1	1	2	5	1	7	8	15	0
27	16	8	1	1	1	2	3/5	5	9	8	17	0
28	42	19	3	4	1	3	3/5	5	10	4	14	0
29	19	20	4a	1	0	2	5	1	9	4	13	0
30	21	4	3	1	3	2	5	4	11	6	17	0
31	20	26	3a	3	0	2	5	6	9	4	13	0
32	16	10	2	3	0	2	5	4	8	4	12	0
33	18	4	2	1	1	3	5	1	10	4	14	0
34	25	23	1	5	3	2	5	1	8	13	21	0
35	30	21	8	1	1	2	3/5	6	1	15	16	0
36	46	21	4a	4	2	3	5	4	10	4	14	0
37	19	36	2	3	1	2	5	1	8	4	12	0
38	42	10	8	1	2	2	5	1	12	4	16	0
39	20	26	8	1	1	2	5	1	8	10	18	0
40	20	28	8	3	1	2	3/5	5	13	3	16	0
41	49	13	3a	4	2	3	5	1	8	4	12	0
42	34	15	8	4	2	3	5	1	12	4	16	0
43	17	29	2	1	1	2	3/5	6	14	0	14	0
44	18	38	2	2	1	3	5	1	8	5	13	0
45	65	67	1	5	2	3	5	1	13	4	17	0
46	44	14	4a	3	2	2	5	1	11	4	15	0
47	28	18	8	1	2	3	3/5	6	12	3	15	0
48	16	28	3a	3	1	2	3/5	4	10	4	14	0
49	16	20	6	4	0	3	3/5	6	7	3	10	0

62 patiënten met open fracturen behandeld met fixateur externe.
(voor betekenis der cijfers zie onderzoekformulier).

Sectie I Algemeen			Sectie II Beschrijving fracturen					Sectie III Behandeling					
Volgnummer patiënt	Leeftijd in jaren	Verpleegdagen	Oorzaak van het ongeval	Type fractuur	Grootte van de wond	Dislocatie bij opname	Localisatie van de fractuur	Methode van behandelen	Tijdstop van de fixatie	Duur behandeling met fixateur externe (in weken)	Duur gipsbehandeling na verwijderen fixateur (in weken)	Duur tot. behandeling Consolidatie (in weken)	Secundaire ingrepen
1	36	15	2	1	1	3	2	5	1	15	6	21	0
2	20	7	7	1	1	1	2	5	1	10	3	13	0
3	19	56	2	5	1	3	3	5	5	10	9	19	0
4	66	50	4	5	2	3	3	5	1	7	3	10	0
5	16	47	2	3	1	3	2	5	1	12	4	16	0
6	28	66	2	5	1	3	2	5	1	10	4	14	0
7	19	15	2	2	2	2	2	5	1	9	4	13	0
8	24	24	4	5	2	3	3	5	1	11	8	19	0
9	23	41	4	1	1	2	2	5	1	10	4	14	0
10	26	11	3	1	1	3	2	5	1	12	7	19	0
11	24	33	2	5	2	1	3	5	4	13	3	16	0
12	20	46	6	2	1	2	2	5	3	11	4	15	0
13	41	21	4	3	2	3	2	5	1	10	15	25	0
14	24	16	7	1	1	0	2	5	1	3	8	11	0
15	22	30	2	1	2	3	3	5	1	12	9	21	0
16	22	59	1	5	2	3	2	6	5	20	7	27	0
17	17	18	2	5	2	1	2	5	1	10	3	13	0
18	17	62	2	6	2	3	2	5	1	7	19	26	0
19	20	34	2	3	2	1	3	3/5	6	14	26	40	2
20	16	70	2	1	1	0	2	5	6	13	6	19	0
21	19	18	2	1	2	3	2	5	1	6	4	10	0
22	17	50	2	2	1	3	3	5	4	13	4	17	0
23	16	47	2	5	2	2	2	5	1	10	16	26	0
24	52	105	2	6	2	3	2	5	1	13	15	28	0
25	19	36	2	1	2	3	2	5	1	6	20	26	0
26	22	20	8	3	2	2	2	5	1	11	18	29	0
27	19	16	2	5	1	1	2	5	3	14	2	16	0
28	16	17	2	2	1	1	2	5	1	18	3	21	0
29	23	39	2	1	2	3	3	5	1	13	4	17	0
30	16	55	2	1	2	1	1	5	1	11	3	14	0
31	65	135	1	2	1	2	2	6	1	19	0	19	0
32	16	31	2	5	2	2	3	3/5	5	10	16	26	0
33	56	133	1	7	1	2	1/2/3	5	1	16	5	21	0
34	45	14	3a	3	1	2	3	5	1	11	4	15	0
35	28	14	2a	3	1	2	3	5	1	9	4	13	0
36	52	22	2	5	2	3	2	4	1	14	2	16	0
37	21	23	4	2	1	1	1	5	1	12	9	21	0
38	34	31	2	5	2	3	3	5	1	14	10	24	0
39	21	16	2	5	1	3	3	5	3	13	2	15	0
40	17	17	2	5	1	3	3	5	1	12	4	16	0
41	41	20	2	1	1	3	1	6	5	14	12	26	0
42	17	23	2	2	2	3	2	5	1	10	4	14	0
43	49	43	1	5	2	3	3	5	1	13	3	16	0
44	44	101	1	2	2	2	3	3/5	5	11	45	56	2/4
45	23	98	7	5	2	3	1	5	1	15	7	22	0
46	20	42	2	5	1	3	3	5	1	12	10	22	0
47	41	22	2	5	1	2	3	5	4	12	7	19	0
48	25	15	2	3	2	3	2	5	1	14	8	22	0
49	16	105	2	1	2	3	2	4	1	12	0	12	0
50	16	35	2	5	1	2	2	5	1	16	4	20	0
51	16	122	2	1	2	3	2	5	1	12	30	42	2
52	16	18	1	3	1	3	3	5	1	8	3	11	0
53	16	22	3	2	1	2	2	5	3	9	8	17	0
54	19	31	4	2	1	2	2	5	1	5	17	22	0
55	18	60	4	5	2	2	2	5	1	10	4	14	0
56	16	14	1	1	1	1	2	5	1	8	4	12	0
57	44	112	2	7	2	3	1/3	5	1	18	12	30	1/2/3
58	44	26	3	2	1	2	3	5	1	20	35	55	2/4
59	22	27	2	1	1	3	3	5	1	14	4	18	0
60	27	64	2	3	1	1	2	5	1	9	5	14	0
61	17	10	2	5	1	2	2	5	4	8	9	17	0
62	19	17	2	1	2	2	2	5	1	6	8	14	0

Curriculum vitae

De schrijver van dit proefschrift werd op 17-9-1932 te Helmond geboren. Hij doorliep aldaar het Carolus Borromeus College en studeerde geneeskunde te Nijmegen, waar hij in 1961 het artsexamen aflegde.

De militaire dienstplicht werd vervuld te Soesterberg.

Hij kreeg zijn algemeen chirurgische vorming van J. M. Schmedding, op de chirurgische afdeling van het R.K.Z. te Hilversum.

De opleiding tot orthopaedisch chirurg werd voltooid onder leiding van E. T. J. A. van Thiel in het Binnenziekenhuis te Eindhoven.

De schrijver is vanaf September 1969 als orthopaedisch chirurg verbonden aan het St. Lambertusziekenhuis te Helmond.